

# **Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis Integradas na Região Hidrográfica 4**

## **Parte 2 – Caracterização Geral e Diagnóstico**

### **7.1 – Síntese da Caracterização Geral**

**Junho de 2012  
(Revisão Final)**



**UNIÃO EUROPEIA**

Fundo Europeu  
de Desenvolvimento Regional

## ÍNDICE

<b>7. Síntese e Diagnóstico.....</b>	<b>11</b>
<b>7.1. Síntese Caracterização Geral .....</b>	<b>11</b>
7.1.1. Territorial e institucional .....	11
7.1.2. Climatológica .....	13
7.1.2.1. Precipitação .....	13
7.1.2.2. Temperatura .....	14
7.1.2.3. Humidade .....	15
7.1.2.4. Evaporação.....	15
7.1.2.5. Evapotranspiração potencial.....	15
7.1.2.6. Vento .....	16
7.1.2.7. Insolação .....	16
7.1.2.8. Classificação climática.....	16
7.1.3. Geologia e Geomorfologia.....	17
7.1.3.1. Geologia .....	17
7.1.3.2. Geomorfologia .....	18
7.1.3.3. Hidrogeologia.....	19
7.1.4. Caracterização das massas de água.....	20
7.1.4.1. Massas de água superficiais.....	20
7.1.4.2. Massas de água subterrâneas.....	34
7.1.5. Socioeconómica .....	36
7.1.5.1. Indicadores demográficos.....	36
7.1.5.2. Contas Regionais .....	37
7.1.5.3. Atividades Económicas.....	38
7.1.6. Solo e ordenamento do território .....	40
7.1.6.1. Tipos de solo .....	40
7.1.6.2. Capacidade de uso do solo .....	40
7.1.6.3. Uso do solo.....	41
7.1.6.4. Planeamento e Ordenamento do Território.....	42
7.1.7. Usos e necessidades da água.....	43
7.1.7.1. Necessidades por tipologia uso (usos consumptivos e não consumptivos) .....	43
7.1.7.2. Avaliação do balanço entre necessidades, disponibilidades e potencialidades.....	47
7.1.8. Serviços de abastecimento de água e saneamento de águas residuais .....	50
7.1.8.1. Sistemas de Abastecimento de água .....	50
7.1.8.2. Sistemas de Drenagem e Tratamento de Águas Residuais .....	52
7.1.9. Análise de riscos e perigos .....	55



7.1.9.1.	Alterações climáticas .....	55
7.1.9.2.	Cheias (áreas inundáveis) .....	56
7.1.9.3.	Secas.....	58
7.1.9.4.	Erosão Hídrica e Transporte Sólido .....	59
7.1.9.5.	Erosão Costeira .....	68
7.1.9.6.	Movimentos de massas .....	69
7.1.9.7.	Risco sísmico.....	69
7.1.9.8.	Risco associado a infraestruturas.....	70
7.1.9.9.	Risco de poluição accidental .....	70
7.1.10.	Zonas protegidas .....	74
7.1.10.1.	Zonas designadas para a captação de água de superfície ou água subterrânea destinada ao consumo humano .....	74
7.1.10.2.	Zonas de proteção de espécies aquícolas de interesse económico.....	75
7.1.10.3.	Massas de Água designadas como águas de recreio .....	78
7.1.10.4.	Zonas vulneráveis em termos de nutrientes .....	79
7.1.10.5.	Zonas Sensíveis .....	80
7.2.	<b>Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas .....</b>	<b>80</b>
7.2.1.	Poluição Tópica .....	80
7.2.1.1.	Águas Superficiais .....	80
7.2.1.2.	Águas subterrâneas.....	87
7.2.2.	Poluição Difusa .....	90
7.2.2.1.	Águas Superficiais .....	90
7.2.2.2.	Águas subterrâneas.....	94
7.2.3.	Sistemas de exploração nas massas de água e captações de água .....	95
7.2.3.1.	Captações superficiais.....	95
7.2.3.2.	Captações subterrâneas.....	97
7.2.4.	Situações, existentes ou previstas, que poderão condicionar ou impedir o estabelecimento ou cumprimento dos objetivos ambientais .....	97
7.2.4.1.	Massas de água superficiais.....	97
7.2.4.2.	Massas de água subterrâneas.....	99
7.2.5.	Pressões hidromorfológicas.....	100
7.2.6.	Pressões biológicas.....	102
7.2.6.1.	Pesca.....	102
7.2.6.2.	Espécies exóticas .....	102
7.2.7.	Outras pressões .....	103
7.3.	<b>Redes de monitorização .....</b>	<b>105</b>
7.3.1.	Identificação e caracterização das redes.....	105
7.3.2.	Avaliação da representatividade e da adequabilidade das redes .....	108
7.4.	<b>Massas de água que abrangem zonas protegidas.....</b>	<b>112</b>
7.5.	<b>Avaliação do estado das massas de água.....</b>	<b>114</b>

7.5.1. Avaliação do estado das massas de água superficiais.....	114
7.5.2. Avaliação do estado das massas de água subterrâneas.....	120

## FIGURAS

Figura 7.1.1 - Isolinhas de Escoamento Anual Médio (mm).....	24
Figura 7.1.2 – Esquema do Sistema Fronhas – Aguieira – Raiva – Açude de Coimbra .....	31
Figura 7.1.3 – Áreas com risco de inundação.....	58

## QUADROS

Quadro 7.1.1 – Características morfológicas das bacias e sub-bacias da área do PGBH.....	12
Quadro 7.1.2 – Precipitação média anual ponderada nas bacias hidrográficas .....	13
Quadro 7.1.3 – Precipitação média mensal ponderada nas bacias hidrográficas.....	13
Quadro 7.1.4 – Tipologia de massas de água nas bacias hidrográficas do Vouga, Mondego e Lis .....	21
Quadro 7.1.5 - Número de Massas de Água nas bacias hidrográficas do Vouga, Mondego e Lis .....	22
Quadro 7.1.6 - Caracterização interanual do escoamento.....	25
Quadro 7.1.7 – Precipitações e Escoamentos nas bacias pertencentes à RH4 .....	26
Quadro 7.1.8 – Caracterização intra-anual do escoamento num ano de características médias .....	29
Quadro 7.1.9 - Caudais de cheias com diferentes períodos de retorno nas estações hidrométricas, em regime natural.....	32
Quadro 7.1.10 - Balanço das necessidades/disponibilidades de água por bacia e sub-bacia .....	50
Quadro 7.1.11 - Número de instalações de tratamento, população servida e volume afluente na área de abrangência do Plano, para o ano de referência 2010. ....	53
Quadro 7.1.12 - Número de pontos de rejeição, população servida e volume rejeitado na área de abrangência do Plano, para o ano de referência 2010. ....	55
Quadro 7.1.13 - Produções de sedimentos e caudais sólidos totais na bacia do rio Mondego .....	60
Quadro 7.1.14 – Produções de sedimentos e caudais sólidos totais na bacia do rio Vouga (situação atual) .....	61
Quadro 7.1.15 – Produções de sedimentos e caudais sólidos totais na bacia do rio Vouga (situação futura, com a construção da barragem de Ribeiradio).....	62
Quadro 7.1.16 - Erosão específica na bacia do rio Lis.....	63
Quadro 7.1.17 – Fatores de risco potencialmente geradores de poluição accidental, por bacia e sub-bacia .....	72
Quadro 7.1.18 - Potenciais riscos e impactes associados a fontes de poluição .....	73
Quadro 7.1.19 – Avaliação do estado qualitativo das águas piscícolas.....	76
Quadro 7.1.20 – Classificação das zonas de produção de moluscos bivalves para as bacias hidrográficas do Vouga, Mondego e Lis.....	78
Quadro 7.2.1 – Coeficientes específicos utilizados na estimativa das cargas poluentes, por tipo de pressão .....	81
Quadro 7.2.2 – Instalações de Tratamento de Efluentes Urbanos e Pontos de Descarga Direta identificados na área do PGBH.....	82



Quadro 7.2.3 - Cargas poluentes descarregadas pelas ETAR urbanas ou FSC, por bacia hidrográfica (ton/ano) .....	82
Quadro 7.2.4 - Cargas poluentes descarregadas diretamente nas massas de água, por bacia hidrográfica (ton/ano) .....	83
Quadro 7.2.5 - Cargas poluentes <i>per capita</i> descarregadas nas massas de água, por bacia hidrográfica (kg/hab/ano) .....	83
Quadro 7.2.6 - Cargas poluentes associadas às instalações industriais, por bacia hidrográfica (ton/ano).....	84
Quadro 7.2.7 - Cargas de substâncias prioritárias e poluentes específicos emitidos para as massas de água em 2009.....	85
Quadro 7.2.8 - Cargas poluentes associadas às suiniculturas, por bacia hidrográfica (ton/ano) .....	87
Quadro 7.2.9 - Cargas de poluentes específicos emitidas por suiniculturas para as massas de água em 2009 .....	87
Quadro 7.2.10 - Substâncias prioritárias e poluentes específicos potencialmente presentes nas massas de água subterrâneas .....	88
Quadro 7.2.11 - Cargas de nutrientes provenientes da agricultura, por bacia hidrográfica (kg/ano) .....	90
Quadro 7.2.12 - Caracterização das cargas poluentes associadas aos campos de golfe .....	92
Quadro 7.2.13 – Cargas totais provenientes dos efluentes das suiniculturas e boviniculturas aplicadas no solo, por bacia hidrográfica (ton/ano).....	93
Quadro 7.2.14 – Cargas poluentes de origem difusa associadas às explorações pecuárias, por bacia hidrográfica (ton/ano) .....	94
Quadro 7.2.15 - Massas de águas subterrâneas com pressões difusas significativas .....	95
Quadro 7.2.16 - Estimativa do número de captações superficiais e volumes anuais extraídos, por sub-bacia .....	96
Quadro 7.3.1 - Estações por tipo de rede e tipo de massa de água .....	106
Quadro 7.3.2 - Critérios de averiguação da representatividade da rede de monitorização das águas subterrâneas .....	110
Quadro 7.3.3 – Monitorização de zonas protegidas.....	111
Quadro 7.4.1 – Distribuição das massas de água de superfície por Sítio de Importância Comunitária.....	113
Quadro 7.4.2 – Distribuição das massas de água de superfície por Área Protegida .....	113
Quadro 7.4.3 – Distribuição das massas de água de superfície por Zona de Protecção Especial .....	114
Quadro 7.5.1 - Classificação do estado ecológico para as massas de água de superfície.....	115
Quadro 7.5.2 - Classificação do estado ecológico para as massas de água de superfície.....	116
Quadro 7.5.3 - Classificação do estado químico para as massas de água de superfície .....	117
Quadro 7.5.4 – Classificação do estado final.....	118
Quadro 7.5.5 – Classificação do potencial das massas de água.....	119

## GRÁFICOS

Gráfico 7.1.1 - Escoamento anual médio (mm).....	24
Gráfico 7.1.2 - Curva de Turc para a bacia do rio Mondego .....	27
Gráfico 7.1.3 - Curva de Turc para a bacia do rio Vouga.....	27

Gráfico 7.1.4 – Curva de Turc para a bacia do rio Lis.....	28
Gráfico 7.1.5 - Curva de Turc para a bacia das ribeiras costeiras entre Vouga e Mondego.....	28
Gráfico 7.1.6 - Curva de Turc para a bacia das ribeiras costeiras entre Mondego e Lis.....	29
Gráfico 7.1.7 – Distribuição do peso das necessidades hídricas de cada sector de atividade, na área abrangida pelo PGBH do Vouga, Mondego e Lis .....	48
Gráfico 7.1.8 – Necessidades Hídricas Totais por sub-bacia, na área abrangida pelo PGBH do Vouga, Mondego e Lis .....	48
Gráfico 7.1.9 – Disponibilidade de água por bacia e sub-bacia, na área abrangida pelo PGBH do Vouga, Mondego e Lis .....	49
Gráfico 7.1.10 - Volume Tratado de Águas Residuais (%) por tipo de tratamento (ano de referência 2010).....	54
Gráfico 7.1.11 - Evolução da cota média do rasto do rio Mondego no trecho entre a foz do Alva e o açude-ponte de Coimbra.....	65
Gráfico 7.1.12 - Evolução da cota média do rasto do rio Mondego no trecho a jusante do açude-ponte de Coimbra.....	66
Gráfico 7.1.13 - Perfil longitudinal do rio Mondego através do degrau de enrocamento nº4. ....	67
Gráfico 7.5.1 - Estado Ecológico das Massas de Água. Percentagem de massas de água por classe de qualidade. ....	116
Gráfico 7.5.2 – Potencial Ecológico das Massas de Água. Percentagem de massas de água por classe de qualidade. ....	117
Gráfico 7.5.3 - Estado Químico das Massas de Água. Percentagem de massas de água por classe de qualidade .....	118
Gráfico 7.5.4 – Estado das Massas de Água. Percentagem de massas de água por classe de qualidade .....	119
Gráfico 7.5.5 – Potencial das Massas de Água Fortemente Modificadas e Artificiais. Percentagem de massas de água por classe de qualidade.....	120



## FICHA TÉCNICA

### Cliente

ARH Centro, I.P. – Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P.

### Referência do Projeto

Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas dos Rios Vouga, Mondego e Lis integrados na RH4

### Descrição do Documento

Síntese da caracterização e diagnóstico da região hidrográfica

### Referência do Ficheiro

RH4\_P2\_S7\_1\_RT\_final.docx

### N.º de Páginas

121

### Autores

Eng.º Rui Coelho  
Eng.º Rodrigo Oliveira  
Prof. Saldanha Matos  
Eng.º Mário Samora  
Eng.º João Feijó  
Eng.º Carlos Raposo  
Dr.º Luís Ribeiro  
Eng.º António Monteiro  
Eng.ª Teresa Gamito

### Outras Contribuições

Eng.ª Elisabete Lopes  
Dr. José Carlos Correia  
Eng.ª Ana Buxo  
Eng.ª Patrícia Ribeiro  
Eng.º João Cabrita  
Eng.ª Maria João Brown  
Eng.ª Joana Simões  
Eng.ª Victoria d'Orey  
Eng.ª Ruth Lopes

### Diretor de Projeto

Eng.º Rui Coelho

### Data da 1.ª versão

18 de Março 2011





## REGISTO DE ALTERAÇÕES

Revisão / Verificação	Data	Responsável	Descrição
01	04/07/2011	Rui Coelho Rodrigo Oliveira Saldanha Matos Mário Samora João Feijó Carlos Raposo Luís Ribeiro António Monteiro Teresa Gamito	Retificação do documento tendo por base as alterações realizadas na caracterização geral e específica
02	30/10/2011	Rui Coelho Rodrigo Oliveira Saldanha Matos Mário Samora João Feijó Carlos Raposo Luís Ribeiro António Monteiro Teresa Gamito	Retificação do documento tendo por base as alterações realizadas na caracterização geral e específica
Final	Junho 2012	Rui Coelho Rodrigo Oliveira Saldanha Matos Mário Samora João Feijó Carlos Raposo Luís Ribeiro António Monteiro Teresa Gamito	Revisão final tendo por base alterações resultantes da consulta pública



## 7. Síntese e Diagnóstico

### 7.1. Síntese Caracterização Geral

#### 7.1.1. Territorial e institucional

A área do Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica dos rios Vouga, Mondego e Lis integradas na Região Hidrográfica 4, doravante designada como PGBH do Vouga, Mondego e Lis, encontra-se sob jurisdição da Administração da Região Hidrográfica do Centro, I.P. (ARH Centro).

A delimitação georreferenciada, estabelecida no Decreto-lei nº 347/2007, prevê que a área de intervenção territorial da ARH Centro abranja toda a Região Hidrográfica 4 (RH4), onde se inclui:

- Bacia hidrográfica do Vouga.
- Bacia hidrográfica do Mondego (que inclui as sub-bacias do Dão e do Alva).
- Bacia hidrográfica do Lis.
- Bacias hidrográficas das ribeiras da costa compreendidas entre a Barrinha de Esmoriz e a foz do rio Lis.
- Bacias hidrográficas das ribeiras da costa entre o limite sul da bacia hidrográfica do rio Lis e o cabo Raso e os respetivos espaços localizados entre estas bacias.
- Bacias hidrográficas das Ribeiras do Oeste.
- As massas de água de transição e costeiras associadas as estas bacias.

Nos termos do disposto no Despacho n.º 4593/2009O presente PGBH não integra as bacias hidrográficas das Ribeiras do Oeste, e também não inclui a Barrinha de Esmoriz, por decisão conjunta da Administração da Região Hidrográfica do Norte, I.P. (ARH Norte) e da Administração da Região Hidrográfica do Centro I.P.

A área total integrada no PGBH dos rios Vouga, Mondego e Lis é de 11 477,50 km<sup>2</sup>, abrangendo totalmente 39 concelhos (Águeda, Albergaria-a-Velha, Anadia, Arganil, Aveiro, Cantanhede, Carregal do Sal, Celorico da Beira, Coimbra, Condeixa-a-Nova, Estarreja, Figueira da Foz, Fornos de Algodres, Gouveia, Ílhavo, Mangualde, Mealhada, Mira, Miranda do Corvo, Montemor-o-Velho, Mortágua, Murtosa, Nelas, Oliveira de Azeméis, Oliveira de Frades, Oliveira do Bairro, Oliveira do Hospital, Penacova, Penalva do Castelo, Santa Comba Dão, São João da Madeira, Sever do Vouga, Soure, Tábua, Tondela, Vagos, Vale de Cambra, Vila Nova de Poiares, Vouzela) e parcialmente 29 concelhos (Aguiar da Beira, Alcanena, Ansião, Arouca, Batalha, Castanheira de Pêra, Castro Daire, Covilhã, Figueiró dos Vinhos, Góis, Guarda, Leiria, Lousã, Manteigas, Marinha Grande, Ourém, Ovar, Pampilhosa da Serra, Penela, Pombal, Porto de Mós, Santa Maria da Feira, São Pedro do Sul, Sátão, Seia, Sernancelhe, Trancoso, Vila Nova de Paiva, Viseu).

Os principais afluentes do rio Vouga são:

- os rios Sul, Caima e Antuã na margem direita;



- o rio Águeda e seus principais afluentes, Cértima e Alfusqueiro, na margem esquerda.

Os principais afluentes do rio Mondego são:

- os rios Pranto, Arunca, Ceira e Alva, na margem direita;
- o rio Dão, na margem esquerda.

No Quadro 7.1.1 são apresentadas as principais características morfológicas destas bacias.

Por apresentarem áreas de bacia hidrográfica relativamente grandes face à área da bacia do rio principal caracterizaram-se, também, no presente plano, os rios Alva e Dão, afluentes do Rio Mondego.

Quadro 7.1.1 – Características morfológicas das bacias e sub-bacias da área do PGBH

Características		Bacias e sub-bacias							
		Bacia do Vouga	Bacias Costeiras entre o Vouga e o Mondego	Sub-bacia do Mondego	Sub-bacia do Alva	Sub-bacia do Dão	Bacia do Mondego	Bacias Costeiras entre o Mondego e o Lis	Bacia do Lis
Área (km²)		3 680,41	143,21	4 641,64	707,62	1 309,32	6 658,58	145,21	850,09
Altitude (m)	Média	263,33	46,10	330,85	595,36	441,32	381,77	44,43	139,25
	Máxima	1 116,43	255,78	1594,63	1 992,72	1 054,85	1 992,72	108,80	611,81
	Mínima	-10,22	0,00	0,00	40,89	125,00	0,00	0,00	0,49
Decl. Médio (%)		12,84	3,53	16,18	30,49	12,80	16,99	2,33	9,46

A Diretiva Quadro da Água (2000/60/CE, 2000), do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, ou DQA, estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água e foi transposta para a ordem jurídica nacional pela Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, Lei da Água - LA, e pelo Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de Março.

Os objetivos ambientais deverão ser alcançados de uma forma equilibrada atendendo à viabilidade e à relação custo eficácia das medidas a implementar e deverão ser atingidos até 2015, através da execução dos programas de medidas que serão propostos no âmbito do presente Plano de Gestão de Região Hidrográfica (PGBH).

A constituição das Administrações das Regiões Hidrográficas (ARH), criadas pela Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, foi determinada pelo Decreto-Lei n.º 208/2007, de 29 de Maio, com o objetivo de prosseguirem com as atribuições em matéria de planeamento, licenciamento, fiscalização, monitorização e gestão de infraestruturas do domínio hídrico nas respetivas regiões hidrográficas. O período de estruturação das ARH, a cargo das respetivas comissões instaladoras, teve início no dia 1 de Junho de 2007. Após a publicação das Portarias n.º 393/2008 e 394/2008 (aprova os estatutos da Administração da Região Hidrográfica do Centro), de 5 de Junho, as comissões instaladoras cessaram funções, tendo as ARH iniciado o pleno exercício das suas competências no dia 1 de Outubro de 2008.

As ARH e o Instituto da Água (INAG) são as entidades com funções executivas no âmbito dos PGRH, enquanto o Conselho Nacional da Água (CNA) e o Conselho de Região Hidrográfica (CRH) são as entidades com funções consultivas.

## 7.1.2. Climatológica

### 7.1.2.1. Precipitação

O Quadro 7.1.2 apresenta a precipitação anual em ano médio, em ano seco, e em ano húmido, ponderada na área delimitada pelo PGBH do Vouga, Mondego e Lis.

Quadro 7.1.2 – Precipitação média anual ponderada nas bacias hidrográficas

	Precipitação média anual ponderada nas bacias hidrográficas, em ano médio, seco e húmido (mm)				
	Lis	Mondego	Vouga	Cost. entre Vouga e o Mondego	Cost. entre o Mondego e o Lis
Ano médio	989	1073	1302	886	885
Ano seco	397	423	521	371	359
Ano húmido	1488	1698	2019	1334	1353

No Quadro 7.1.3 apresenta a distribuição da precipitação média mensal ponderada, em ano médio.

Quadro 7.1.3 – Precipitação média mensal ponderada nas bacias hidrográficas

Bacia e Sub-bacias	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Total
Lis	94	133	141	147	112	113	78	71	33	9	10	47	988
Mondego	101	132	154	154	124	113	90	83	42	14	15	51	1073
Vouga	125	159	186	189	154	140	109	96	46	16	21	60	1301
Cost. Vouga e Mondego	92	113	120	127	101	97	72	64	25	9	17	47	884
Cost. Mondego e Lis	90	119	121	128	98	99	68	64	27	9	15	48	886

Da análise dos quadros anteriores constata-se que a bacia hidrográfica do rio Vouga é a que apresenta valores de precipitação média mensal e anual superiores, relativamente às restantes bacias hidrográficas do plano.

A precipitação diária máxima anual média, no período analisado, variou entre 39 mm, em Ferreira-a-Nova (bacia do Mondego), e os 100 mm, em Campia (bacia do Vouga). A maior parte das estações do INAG (59) apresenta valores superiores a 40 mm, existindo 10 estações em que a precipitação é superior a 70 mm. Os valores mais baixos (inferiores a 40 mm) registam-se, para além da estação de Ferreira-a-Nova, em Trouxemil.



### 7.1.2.2. Temperatura

A temperatura média anual na área integrada no PGBH do Vouga, Mondego e Lis é de 13,7º C. A temperatura média do ar nos meses mais frios, Dezembro e Janeiro, ronda os 8º C e nos meses mais quentes, Julho e Agosto, ronda os 20º C.

A bacia hidrográfica do Lis apresenta o maior valor de temperatura média anual (14,6º C), comparativamente com a bacia do Mondego (13,4º C) e Vouga (13,9º C).

A temperatura média anual nas sub-bacias do Mondego (Dão e Alva) é de aproximadamente 13º C sendo ligeiramente inferior ao valor da temperatura média anual ponderada para a totalidade da bacia do Mondego. Constata-se que as temperaturas médias mensais na sub-bacia do Alva, são sempre inferiores, aos valores registados na totalidade da bacia do Mondego, enquanto para a sub-bacia do Dão, nos meses mais quentes, Julho, Agosto e Setembro, os valores da temperatura média mensal são superiores aos valores ponderados para a bacia do Mondego.

A temperatura máxima média anual é de 18,6º C. Os valores médios da temperatura máxima nos meses mais quentes não atingem os 30º C e nos meses frios são superiores a 10º C.

A bacia hidrográfica do Lis apresenta o maior valor de temperatura máxima média anual (19,1º C), comparativamente com as bacias do Mondego e Vouga, que apresentam um valor de 18,5º C. As bacias Costeiras apresentam valores de temperatura máxima média anual ligeiramente superiores, a rondar os 19,5-20,0º C. Por outro lado, nos meses frios as temperaturas máximas médias são superiores nas bacias Costeiras e na bacia do Lis e nos meses quentes, os valores das temperaturas máximas médias da bacia do Mondego são superiores aos valores registados nas bacias Costeiras e bacia do Lis.

As temperaturas máximas médias anuais nas duas sub-bacias do Mondego (Dão e Alva) situam-se no intervalo entre 17,5 e 18,0º C, sendo ligeiramente inferiores à temperatura máxima média anual para a totalidade da bacia do Mondego.

A temperatura mínima média anual é de 8,7º C. Os valores médios da temperatura mínima nos meses mais quentes não atingem os 15º C e nos meses frios são superiores a 3º C.

Ao longo de todo o ano, as temperaturas mínimas médias mensais são superiores nas bacias Costeiras e na bacia do Lis, em comparação com as bacias do Mondego e do Vouga.

Os valores das temperaturas mínimas médias anuais nas duas sub-bacias do Mondego (Alva e Dão) situam-se no intervalo entre 7,5-8,0º C e são ligeiramente inferiores à temperatura mínima média anual para a totalidade da bacia do Mondego.

#### **7.1.2.3. Humidade**

O valor da humidade relativa média anual na região é de 78,4%. Nos meses quentes a humidade relativa média do ar ronda os 73%, e nos meses frios ronda os 85%.

A humidade relativa média do ar ponderada varia sensivelmente, na bacia do Lis entre 80 e 84%, na bacia do Mondego entre 70 e 86% e na bacia do Vouga entre 74 e 84%. Nas bacias Costeiras o valor médio anual ronda os 83%.

Ao longo do ano, os valores médios de humidade relativa mensal são superiores nas bacias Costeiras e do Lis, em comparação com as bacias do Mondego e do Vouga, à exceção dos meses frios de Dezembro, Janeiro e Fevereiro. A amplitude da humidade média do ar ao longo do ano é relativamente mais baixa nas zonas litorais, apresentando, no entanto, para o interior, e com o aumento de altitude, amplitudes relativamente superiores.

O valor da humidade relativa na totalidade da bacia do Mondego é superior ao longo do ano, aos valores das sub-bacias do Alva e do Dão, devido ao facto de estas duas sub-bacias, serem bacias interiores.

#### **7.1.2.4. Evaporação**

A evaporação de piche total média anual na região é aproximadamente 993 mm.

Em média, os postos localizados na bacia hidrográfica do Mondego registam valores superiores em relação à bacia do Vouga e Lis.

Os valores médios da evaporação de piche nas sub-bacias do Alva e do Dão são ligeiramente superiores aos valores médios para a totalidade da bacia do Mondego, nos meses mais quentes. A sub-bacia do Dão apresenta valores superiores aos valores registados na sub-bacia do Alva, no Verão, enquanto no Inverno é na sub-bacia do Alva que os valores são superiores.

#### **7.1.2.5. Evapotranspiração potencial**

A evapotranspiração potencial média anual é aproximadamente 718 mm.

A evapotranspiração potencial mensal média apresenta um valor máximo, em Julho, de 115,8 mm na bacia do Mondego e de 114,4 mm na bacia do Vouga, enquanto na bacia do Lis esse valor é igual a 108,2 mm. Os menores valores de evapotranspiração potencial média mensal ocorrem no mês de Janeiro, sendo de 25,4 mm na bacia do Lis, de 19,8 mm na bacia do Mondego e de 21,5 mm na bacia do Vouga.

O valor médio da evapotranspiração anual não é significativamente diferente no conjunto da área abrangida pelo PGBH, incluindo as bacias Costeiras, e situa-se entre os 711 mm na bacia do Mondego e os 745 mm nas bacias Costeiras.

Os valores médios da evapotranspiração potencial são superiores na sub-bacia do Dão nos meses quentes, mas nos meses frios são superiores na sub-bacia do Alva.





#### 7.1.2.6. Vento

A velocidade do vento média anual é de 9,4 km/h.

A velocidade do vento média mensal ponderada varia na bacia do Lis entre 7,2 e 13,5 km/h, na bacia do Mondego entre 4,9 e 18,5 km/h e na bacia do Vouga entre 5,1 e 12,4 km/h.

Por outro lado, na bacia do Lis, a velocidade do vento média é superior aos valores médios das restantes bacias.

Na sub-bacia do Alva as velocidades médias mensais do vento são sempre superiores aos valores registados para a sub-bacia do Dão.

#### 7.1.2.7. Insolação

O número de horas de insolação média anual é aproximadamente 2400 h.

A insolação anual média ponderada, varia na bacia do Lis entre 2266 e 2379 horas, na bacia do Mondego entre 2300 e 2478 horas e na bacia do Vouga entre 2376 e 2476 horas.

A amplitude do número de horas de insolação na região ao longo do ano é maior nos meses quentes do que nos meses frios e o seu valor cresce com a altitude e da faixa costeira para o interior.

Os valores médios de insolação, nos meses quentes, são muito semelhantes nas sub-bacias do Alva e do Dão (2397 h), sendo superiores à globalidade da bacia do Mondego. Nos meses mais frios os valores de insolação são ligeiramente superiores na globalidade da bacia do Mondego, quando comparados, com os valores das duas sub-bacias em estudo.

#### 7.1.2.8. Classificação climática

O clima na área integrada no PGBH do Vouga, Mondego e Lis, segundo a classificação de Koppen é do tipo Csb. Trata-se de um clima temperado (mesotérmico), com o Verão e Inverno bem definidos e em que a estação seca ocorre no Verão. A temperatura média do ar dos 3 meses mais frios encontra-se compreendida entre - 3°C e 18°C, por outro lado, o Verão é temperado e a temperatura nos 4 meses mais quentes é superior a 10°C, no entanto no mês mais quente é inferior a 22°C.

De acordo com a classificação de Thornthwaite, para a estação analisada na bacia do Lis, o clima é classificado como B1 B'2 s a', isto é um clima húmido, temperado, com moderada deficiência de água no Verão e pequena concentração térmica no Verão.

Em relação à bacia do Mondego, o clima torna-se progressivamente mais húmido (B1 a B4) com o aumento da altitude e no interior da bacia. Nos pontos altos do Caramulo, Penhas Douradas, Louçainha (Outeiro) e Louçainha (Simonte) o clima é ainda mais húmido (A). Por outro lado o clima apresenta uma pequena concentração térmica no Verão (a'), com exceção das Penhas Douradas em que a concentração é moderada (b'4).

Em consonância com as estações analisadas, na bacia do Vouga a concentração térmica no Verão é pequena (a') e o clima é do tipo mesotérmico.

### 7.1.3. Geologia e Geomorfologia

#### 7.1.3.1. Geologia

A área do Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas do Vouga, Mondego e Lis (PGBH do Vouga, Mondego e Lis), integrada na Região Hidrográfica 4, fica situada na parte ocidental da Península Ibérica, numa zona de contacto de importantes unidades paleogeográficas e tectónicas. Do ponto de vista geológico e geomorfológico esta região é constituída por duas grandes unidades geológicas e também morfo-estruturais: o Maciço Antigo (também designado Maciço Hespérico) e a Orla Mesoceno-zóica Ocidental.

O Maciço Antigo corresponde a parte de um antigo soco compreendendo essencialmente terrenos pré-câmbricos e paleozóicos. Encontra-se localmente recoberto por depósitos detríticos discordantes de idade terciária ou quaternária, com espessuras variáveis.

O Maciço Antigo pode ainda ser segmentado em zonas com características geológicas, estratigráficas e tectónicas distintas, e ainda com diferenças significativas no tipo e grau de metamorfismo e magmatismo presente em cada uma delas.

Na área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis encontram-se representadas duas destas zonas: a Zona Centro-Ibérica e a Zona de Ossa Morena. A Zona Centro-Ibérica é uma zona heterogénea que inclui áreas com diferentes graus de metamorfismo e com granitóides abundantes. Do ponto de vista paleogeográfico, a sua característica mais importante é a discordância dos Quartzitos Armoricanos sobre uma sequência tipo flysch, designada por Complexo Xisto-Grauváquico (CXG) de idade câmbrica ou pré-câmbrica.

A Zona de Ossa Morena é uma zona estratigraficamente muito variada, com formações que vão desde o Pré-Câmbrico até ao Carbónico, mas que apenas surge na área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis no contacto entre a Orla Mesoceno-zóica Ocidental e Zona Centro-Ibérica. O contacto entre estas duas zonas constitui um alinhamento tectónico importante, tratando-se de um cavalgamento para Noroeste com uma estrutura imbricada no centro de Portugal, passando a um cisalhamento dúctil entre Tomar e Porto, também conhecida como falha de Coimbra.

Por sua vez, a Orla Mesoceno-zóica Ocidental formou-se a partir de uma fossa alongada de direcção NNE-SSW, que se instalou na bordadura ocidental, em cujo eixo maior se verifica que os sedimentos apresentam espessura máxima. Dada a reduzida largura da fossa, uma grande parte dos sedimentos mesozóicos foram depositados em área litoral registando todas as oscilações do nível do mar e dando origem a sequências com alternância de sedimentos grosseiros e de sedimentos finos, e a bruscas variações laterais de fácies.

De acordo com a natureza do material, na Orla Mesoceno-zóica Ocidental podem distinguir-se três grandes séries: (1) rochas predominantemente detríticas, mais abundantes na área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis, dominando na base do Mesozóico (Reciano e Hetangiano), no Jurássico superior, no Cretácico e no Terciário; (2) alternância de rochas margosas e detríticas, frequentes no Jurássico Superior e no Cretácico e (3) rochas francamente calcárias.



### 7.1.3.2. Geomorfologia

Na caracterização geomorfológica da área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis consideraram-se cinco zonas com características distintas. As três primeiras zonas correspondem às bacias hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis; a quarta zona corresponde à orla costeira e a quinta zona, corresponde à zona submersa.

A bacia hidrográfica do rio Vouga é constituída por um conjunto hidrográfico de rios que atualmente desaguam de forma individualizada na Ria de Aveiro, muito perto da foz do Rio Vouga. A bacia hidrográfica é limitada a Sul pela Serra do Buçaco, que a separa da bacia do Rio Mondego, e a Norte pelas serras de Leomil, Montemuro, Lapa e de Freita, que a separa da bacia do Rio Douro.

Na bacia hidrográfica do Rio Vouga ocorrem duas grandes unidades morfoestruturais separadas por um importante alinhamento tectónico que se desenvolve entre Porto e Tomar; a Este é constituída por formações antigas, essencialmente paleozóicas, metamórficas ou eruptivas e que pertencem ao Maciço Antigo; e a Oeste, onde se desenvolve o terço inferior da bacia, é constituída por formações sedimentares pertencentes à Orla Mesoceno-zóica Ocidental Portuguesa.

Do ponto de vista morfológico, a bacia do Mondego é enquadrada pela cordilheira central, no planalto da Beira Alta, que a separa da bacia do Tejo, e a Noroeste é limitada pelas serras do Caramulo e do Buçaco, que a separam da bacia do rio Vouga. O Rio Mondego nasce na Serra da Estrela a 1 547 m de altitude, percorrendo cerca de 300 km até desaguar no Oceano Atlântico junto à Figueira da Foz.

Do ponto de vista geomorfológico, a bacia hidrográfica do Mondego enquadra-se também nas duas unidades morfoestruturais já referidas anteriormente.

A bacia hidrográfica do Rio Lis é uma bacia costeira que está confinada a Norte pela bacia do Rio Mondego, a Este pela bacia do Rio Tejo e a Sul pela bacia do Rio Alcoa e que apresenta de uma forma geral uma topografia pouco acidentada, baixa, com uma ligeira pendente para Oeste com a exceção de alguns planaltos e serras das regiões Sul e Sudeste, localizadas sobre o Maciço Calcário Estremenho.

A orla costeira do PGBH do Vouga, Mondego e Lis corresponde à faixa (continental + costeira) adjacente à linha de costa entre a Barrinha de Esmoriz e o limite Sul do concelho da Marinha Grande, e que é constituída essencialmente por rochas sedimentares, na sua maioria depósitos arenosos recentes.

A faixa continental adjacente corresponde, de forma geral, a uma zona aplanada e de baixa altitude, sendo o relevo mais importante a Serra da Boa Viagem, com 257 m de altura. Para lá destes relevos, toda a restante área pode ser considerada como pertencente a uma planície costeira de grande uniformidade topográfica.

O troço de costa caracteriza-se por uma extensa camada de areias relativamente recentes, interrompida por raros blocos de rochas sedimentares, como o cabo Mondego, o afloramento de Pedrógão e as arribas de São Pedro de Muel, pela foz dos rios Vouga,

Mondego e Lis e ainda por alguns aglomerados urbanos cuja proteção deu origem à artificialização da costa.

É esse o contexto geomorfológico em que evolui a linha de costa, maioritariamente arenosa, e que configura a foz do rio Vouga, de que resulta a extensa ria de Aveiro, a do rio Mondego, que encosta e é fixada a Norte pelo cabo Mondego, e a do rio Lis, artificialmente linearizada. Esse é também o contexto geomorfológico que dá origem a um conjunto de lagoas que acompanham a linha de costa, entre as quais a barrinha de Esmoriz.

Na zona submersa, ao longo de um perfil perpendicular à linha de costa, ocorrem vários acidentes morfológicos de relevo, incluindo, próximo da praia emersa, uma barra arenosa longilitoral submersa, de reduzidas dimensões, a qual é denominada de barra interna. Esta barra é formada por erosão da praia emersa e transporte da areia retirada para o mar, deslocando-se para terra em períodos de agitação marítima pouco energética, dando origem a uma berma ou robustecendo a que já existe. A sua presença não é permanente ao longo de toda a zona de estudo, nem ao longo de todo o ano.

A ocidente desta primeira forma aparece o acidente morfológico mais importante, denominado de barra submarina externa, correspondente a uma acumulação longilitoral de sedimentos, com dimensões variáveis ao longo da zona de estudo. Esta barra está separada da barra interna por uma depressão com quatro a oito metros de profundidade denominada fossa ou cava.

### 7.1.3.3. Hidrogeologia

Tal como na geologia, também do ponto de vista hidrogeológico a área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis pode dividir-se em duas grandes unidades hidrogeológicas: o Maciço Antigo e a Orla Mesoceno-zóica Ocidental.

No Maciço Antigo, predominam rochas duras com diferentes graus de alteração que condicionam a maior ou menor aptidão hidrogeológica destas formações geológicas, e a água subterrânea circula essencialmente através da rede de fracturação, superfícies de diaclasamento ou de xistosidade. As formações hidrogeológicas são, regra geral, pouco produtivas. A captação de água fazia-se tradicionalmente por poços, poços com galerias e minas; na atualidade privilegia-se a captação por furos e, nalgumas condições hidrogeológicas, os poços com furos drenantes têm substituído os poços com minas. Os aquíferos mais produtivos têm por suporte as aluviões modernas, mas são restritos a estreitas faixas ao longo dos rios e claramente subordinadas a estes.

Na Orla Mesoceno-zóica Ocidental, é um domínio de grande variabilidade litológica, textural e estrutural. Predominam os carbonatos, os arenitos e os argilitos e, na cobertura quaternária ou plio-quaternária, os materiais arenosos desagregados propiciam fácil infiltração da água das chuvas. A organização sequencial dos sedimentos individualiza verticalmente as formações com comportamento hidrogeológico diverso, criando alternâncias, mais ou menos cíclicas, de aquíferos, aquitardos e aquíclusos. Formam-se, assim, sistemas aquíferos multicamada, com escoamentos por drenância intercamadas do sistema, de acordo com o potencial hidráulico local: genericamente descendentes nas zonas de recarga e ascendentes nas de descarga.



No que respeita à circulação da água subterrânea individualizam-se dois tipos de sistemas aquíferos: os cársicos e os porosos.

Os primeiros são suportados por calcários e dolomitos, com circulação por estruturas cársicas que se desenvolvem pela dissolução dos carbonatos provocada pela própria água do escoamento do aquífero. São os casos dos aquíferos do Cársico da Bairrada, Ançã – Cantanhede e Verride.

Os sistemas aquíferos porosos, suportados pelas formações detríticas mesozóicas e algumas terciárias, são geralmente multicamada. Os aquíferos com estas características são: Quaternário de Aveiro, Cretácico de Aveiro, Tentúgal, Aluviões do Mondego, Figueira da Foz – Gesteira, Leirosa – Monte Real, Vieira de Leiria -Marinha Grande, Louriçal, Viso – Queridas e Condeixa – Alfarelos.

O sistema aquífero de Pousos-Caranguejeira possui características mistas de poroso-cársico.

#### **7.1.4. Caracterização das massas de água**

##### **7.1.4.1. Massas de água superficiais**

###### **7.1.4.1.1. Eco-regiões e tipologias de massas de água**

De acordo com a DQA as águas superficiais são classificadas nas categorias de águas de superfície rios, lagos, águas de transição, águas costeiras, massa de água artificial e massa de água fortemente modificada. Para a região hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis, encontram-se identificadas as categorias de massa de água “rio”, “águas de transição”, “águas costeiras”, “massa de água artificial” e “massa de água fortemente modificada”.

O Instituto da Água, I.P., aquando da elaboração do relatório síntese sobre a caracterização das regiões hidrográficas prevista na DQA (Relatório Artigo 5.º), não identificou lagos naturais enquadráveis nesta categoria, para Portugal Continental.

Para cada categoria de águas de superfície, as massas de águas foram diferenciadas por tipos, que traduzem as características geográficas e hidrológicas relativamente homogêneas, consideradas relevantes para a determinação das condições ecológicas.

O INAG, I.P. definiu os tipos para as massas de água superficiais interiores, seguindo os critérios estabelecidos no sistema B. O processo envolveu a definição de uma tipologia abiótica inicial, com base nos fatores obrigatórios e facultativos definidos no anexo II da DQA, posteriormente validada com informação das comunidades bióticas existentes. A definição de tipos de massas de água costeira e de massas de água de transição foi efetuada durante o projeto “TICOR: *Typology and Reference Conditions for Portuguese Transitional and Coastal Waters*”, coordenado pelo INAG, I.P.

No Quadro 7.1.4 são apresentadas as tipologias definidas para a categoria de águas de superfície na RH4.

Quadro 7.1.4 – Tipologia de massas de água nas bacias hidrográficas do Vouga, Mondego e Lis

Categoria de Massa de Água	Tipo	
Eco-região Ibérico-Macaronésica		
Rio	Rios Montanhosos do Norte	M
	Rios do Litoral Centro	L
	Rios do Norte de Pequena Dimensão	N1; ≤100
	Rios do Norte de Média-Grande Dimensão	N1; >100
Lago (Albufeiras)	Albufeiras do Norte	Norte
Eco-região Oceano Atlântico		
Transição	Estuários Mesotidais Estratificados	A1
Costeira	Costa Atlântica Mesotidal Exposta	A5

Na RH4 as massas de água rios são dos tipos Rios Montanhosos do Norte, Rios do Litoral Centro, Rios do Norte de Pequena Dimensão e Rios do Norte de Média-Grande Dimensão. O tipo M tem uma distribuição restrita e limitada às regiões montanhosas da RH4, mais precisamente nas serras da Freita, Caramulo e da Estrela. Os rios deste tipo apresentam temperatura média anual baixa e precipitação e escoamento elevado. Os rios do tipo L localizam-se no litoral Centro-Oeste, nomeadamente, na zona do Baixo Mondego (rio Mondego, rio Arunca, rio Anços, etc.), Baixo Vouga (rio Vouga, rio Águeda, etc.), e em toda a bacia hidrográfica do rio Lis. Estes rios apresentam uma temperatura média anual elevada e precipitação e escoamento reduzido. Na RH4 os rios dos tipos N1; ≤100 e N1; >100 têm uma distribuição alargada, localizando-se na zona do Alto Mondego e Alto Vouga. Apresentam temperatura média anual baixa e precipitação média anual relativamente elevada.

As albufeiras da RH4 são do tipo Norte. Localizam-se em zonas montanhosas, com elevada pluviosidade e com influência do clima Atlântico. O substrato das bacias de drenagem é silicioso, sendo dominado por rochas graníticas.

As águas de transição são do tipo A2 - Estuários Mesotidais Homogéneos. A Ria de Aveiro é uma lagoa costeira de baixa profundidade, com uma geometria complexa e irregular, caracterizada por canais estreitos e extensas zonas entre marés onde se localizam importantes áreas de sapal. Os principais resultados do modelo hidrodinâmico (Oliveira *et al.*, 2006) mostram que as amplitudes das constituintes de maré decrescem de forma constante ao longo dos canais e que a maior redução ocorre no canal Sul. O estuário do rio Mondego é constituído por dois braços (norte e sul) com características hidrológicas muito distintas, separados pela ilha da Murraceira e reunindo-se a cerca de 1km da barra. O braço norte é mais profundo, e o braço sul, comportando-se como uma lagoa costeira, apresenta uma grande homogeneidade da coluna de água ao longo do ciclo de maré. Como consequência das diferenças morfológicas, a propagação é muito diferente nos dois canais.





O troço terminal do rio Lis, que era divagante, tem sido sujeito a obras de regularização desde o início do século XX, apresentando um traçado linear e com margens regularizadas. A bacia hidrográfica neste troço terminal caracteriza-se por um fraco declive o que leva à entrada das marés no estuário.

As águas costeiras da RH4 são pertencentes ao Tipo A5 – Costa Atlântica Mesotidal Exposta, com marés semidiurnas e uma amplitude de águas vivas de 3,8m. Esta costa é hidrodinamicamente muito energética, sendo a direção de onda dominante de Oeste e Noroeste, com algumas ocorrências de Sudoeste.

Atualmente, o INAG I.P., ainda não definiu uma tipologia para as massas de água artificiais. Contudo, para as massas de água de características lóticas identificadas provisoriamente como artificiais, aplica-se a tipologia definida para a categoria “rio” (INAG, I.P., 2009).

#### 7.1.4.1.2. Delimitação das massas de água

A delimitação das massas de água, para Portugal continental, baseou-se nos princípios fundamentais da DQA e nas orientações do documento “*Identification of Waterbodies*” WFD CIS *Guidance Document* n.º 2 (2003). A metodologia utilizada pelo INAG, I.P. baseou-se na aplicação sequencial de fatores gerais, comuns a todas as categorias de massa de água, como a tipologia, alterações hidromorfológicas e pressões antropogénicas significativas, e dados de monitorização físico-química e biológica.

A delimitação de massas de água efetuada pelo Instituto da Água, I.P pretendeu evitar uma fragmentação acentuada de unidades, o que poria em causa a gestão adequada das mesmas. Assim, procurou-se minimizar a delimitação das massas de água, identificando uma nova massa de água apenas quando se verificaram alterações significativas.

Contabiliza-se um total de 224 massas de água, das quais 202 correspondem a massas de água naturais, 3 artificiais e 19 fortemente modificadas (Quadro 7.1.5).

Quadro 7.1.5 - Número de Massas de Água nas bacias hidrográficas do Vouga, Mondego e Lis

	Rio	Albufeira	Águas de Transição	Águas Costeiras	Total
Naturais	191	0	6	5	202
Fortemente Modificadas	7	8	4	0	19
Artificiais	3	0	0	0	3
<b>Total</b>	<b>201</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>224</b>

As massas de água rios fortemente modificadas correspondem, na sua maioria, a troços de rio presentes a jusante de empreendimentos hidroelétricos, sendo que o troço do rio Mondego compreendido entre o Açude Ponte de Coimbra e o seu estuário obteve esta classificação devido as obras de regularização e dragagens verificadas. Para categoria lagos foram incluídas as albufeiras.

No que se refere a águas de transição, são fortemente modificadas as massas de água Ria Aveiro-WB2, que corresponde a parte do canal de S. Jacinto – Ovar e à zona central da ria, incluindo as bacias portuárias da zona comercial do porto, e Mondego-WB1, Mondego-WB1-HMWB e Mondego WB3 que correspondem ao braço norte e ao troço mais a montante do estuário do Mondego (sendo que as 2 últimas têm uma percentagem de alteração das suas margens próxima dos 100%).

As três massas de água artificiais identificadas para a região hidrográfica correspondem aos canais de rega dos aproveitamentos hidroagrícolas de Burgães (Vouga), Baixo Mondego (que inclui a Vala Real) e vale do Lis.

#### 7.1.4.1.3. Avaliação das disponibilidades de água

##### 7.1.4.1.3.1. REGIME NATURAL

A determinação das afluências em regime natural, em vários pontos da rede hidrográfica da RH4, foi efetuada a partir dos valores de escoamento mensal médio, obtidos por aplicação do modelo de Temez.

Na Figura 7.1.1 apresenta-se a distribuição espacial do escoamento anual médio na RH4, na forma de mapa de isolinhas.

No Gráfico 7.1.1 apresenta-se para cada uma das principais bacias da RH4, o escoamento anual médio, expresso em altura de água sobre a bacia hidrográfica.



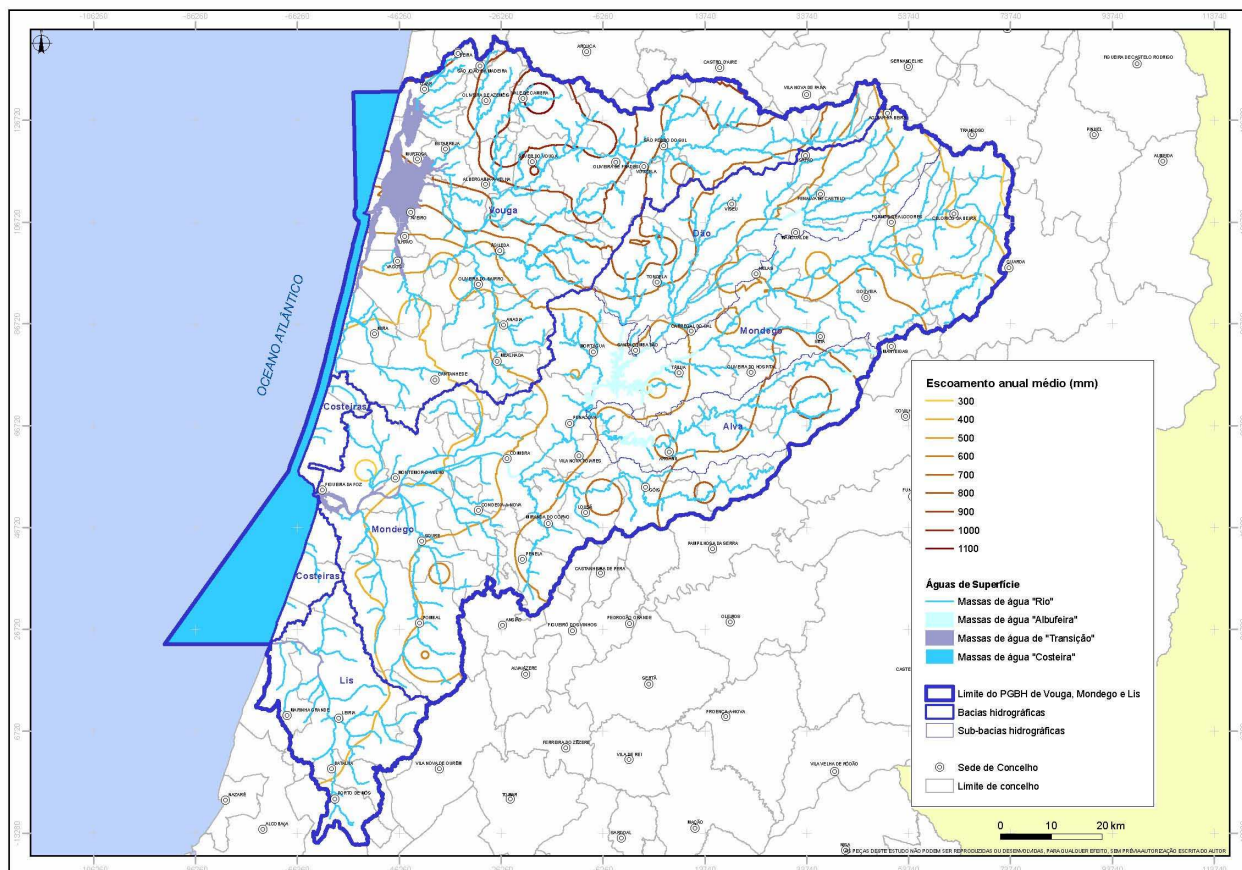
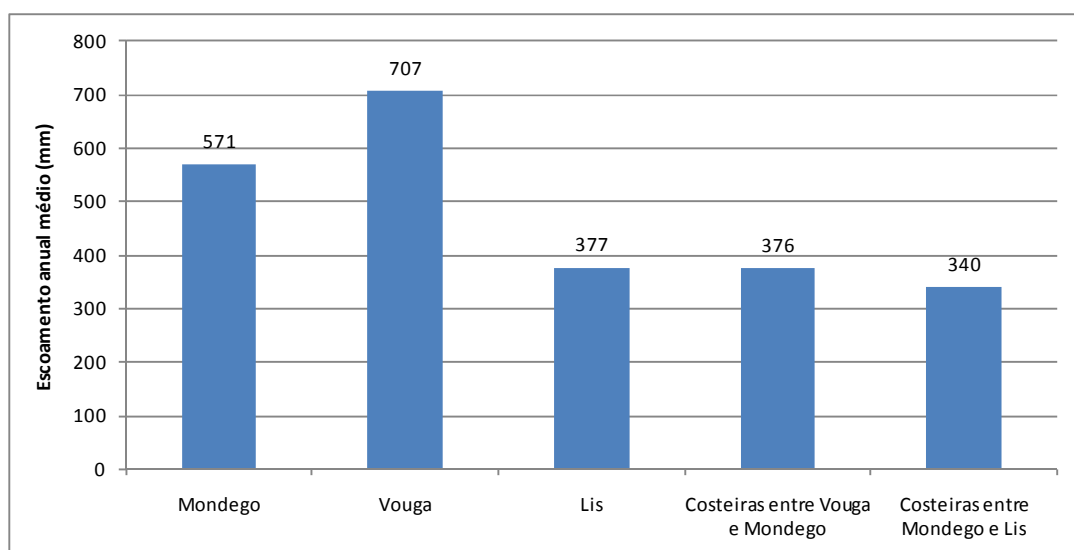


Figura 7.1.1 - Isolinhas de Escoamento Anual Médio (mm)

Gráfico 7.1.1 - Escoamento anual médio (mm)



O escoamento anual médio gerado em cada uma das principais bacias hidrográficas da RH4 é o seguinte:

- Bacia do Rio Mondego: 3 804 hm<sup>3</sup>.
- Bacia do rio Vouga: 2 602 hm<sup>3</sup>.
- Bacia do rio Lis: 318 hm<sup>3</sup>.
- Bacias costeiras entre os rios Vouga e Mondego: 56 hm<sup>3</sup>.
- Bacias costeiras entre os rios Mondego e Lis: 49 hm<sup>3</sup>.

No Quadro 7.1.6 caracteriza-se a variabilidade interanual do escoamento nas secções terminais dos rios Vouga, Mondego e Lis, e de alguns afluentes destes rios.

Quadro 7.1.6 - Caracterização interanual do escoamento

Linhas de água	Secção	Escoamento em ano médio (dam <sup>3</sup> )	Escoamento em ano húmido 80% Escoamento em ano médio	Escoamento em ano seco 20% Escoamento em ano médio
Rio Lis	Foz do rio Lis	318 306	1,53	0,43
Afluente do rio Lis	Foz do rio Lena	36 106	1,48	0,49
Mondego	Foz do rio Mondego	3 804 443	1,42	0,56
Afluentes do rio Mondego	Foz do rio Dão	681 407	1,45	0,53
	Foz do rio Alva	497 785	1,37	0,61
Rio Vouga	Foz do rio Vouga	2 602 649	1,43	0,58
Afluentes do rio Vouga	Foz do rio Águeda	308 951	1,44	0,60
	Foz do rio Caima	141 236	1,35	0,62

Analisando o quadro anterior constata-se que, em regime natural, a variabilidade interanual do escoamento é semelhante nas linhas de água principais e nos respetivos afluentes.



Com base nos pares de valores precipitação – escoamento anuais estabeleceu-se, para cada bacia da RH 4, uma equação de correlação, do tipo da preconizada por Turc, que permita estimar escoamentos anuais, em anos médio, húmido e seco, a partir de precipitações anuais:

$$H = P - \sqrt{\frac{P^2}{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Onde P é a precipitação anual média (mm), H é o escoamento anual médio (mm) e L(mm) é o poder evaporante da atmosfera.

Para aferir o valor de L para cada bacia hidrográfica da RH 4, impôs-se que, para a precipitação anual média, o correspondente valor de escoamento obtido pela fórmula de Turc fosse o escoamento médio indicado no Gráfico 7.1.1.

No Quadro 7.1.7 apresentam-se os pares de valores precipitação – escoamento nas bacias hidrográficas pertencentes à RH 4.

Quadro 7.1.7 – Precipitações e Escoamentos nas bacias pertencentes à RH4

Bacia Hidrográfica	Área (km <sup>2</sup> )	Precipitação anual média (mm)	Escoamento anual médio (mm)
Mondego	6 659	1054	571
Vouga	3 680	1302	707
Lis	850	989	377
Costeiras entre Vouga e Mondego	145	886	376
Costeiras entre Mondego e Lis	138	885	340

Nos Gráfico 7.1.2 a Gráfico 7.1.6 apresentam-se, para cada bacia hidrográfica pertencente à RH 4, as curvas de Turc obtidas.

Gráfico 7.1.2 - Curva de Turc para a bacia do rio Mondego

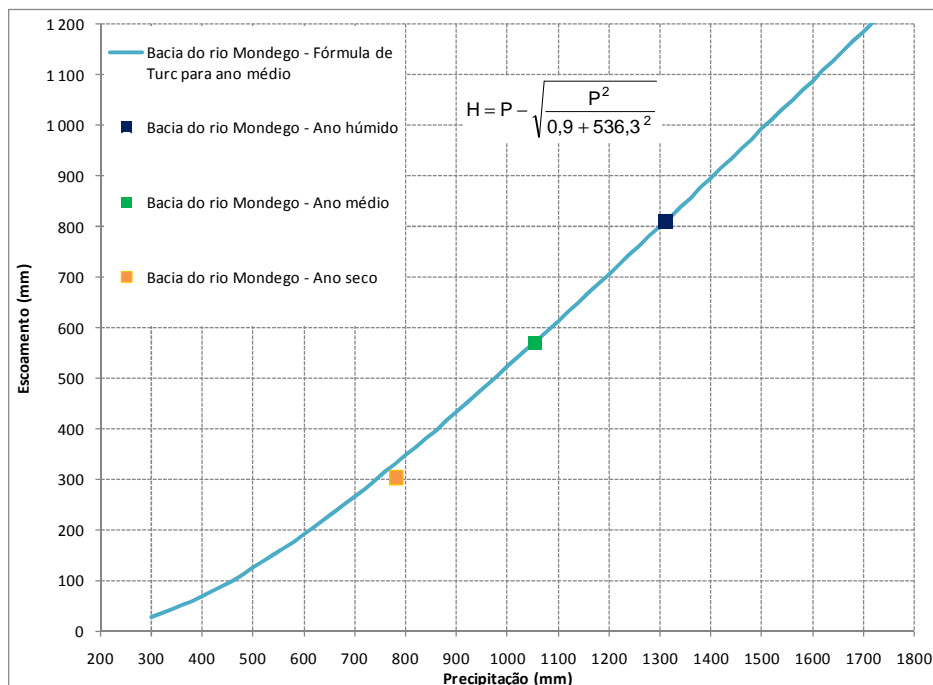


Gráfico 7.1.3 - Curva de Turc para a bacia do rio Vouga

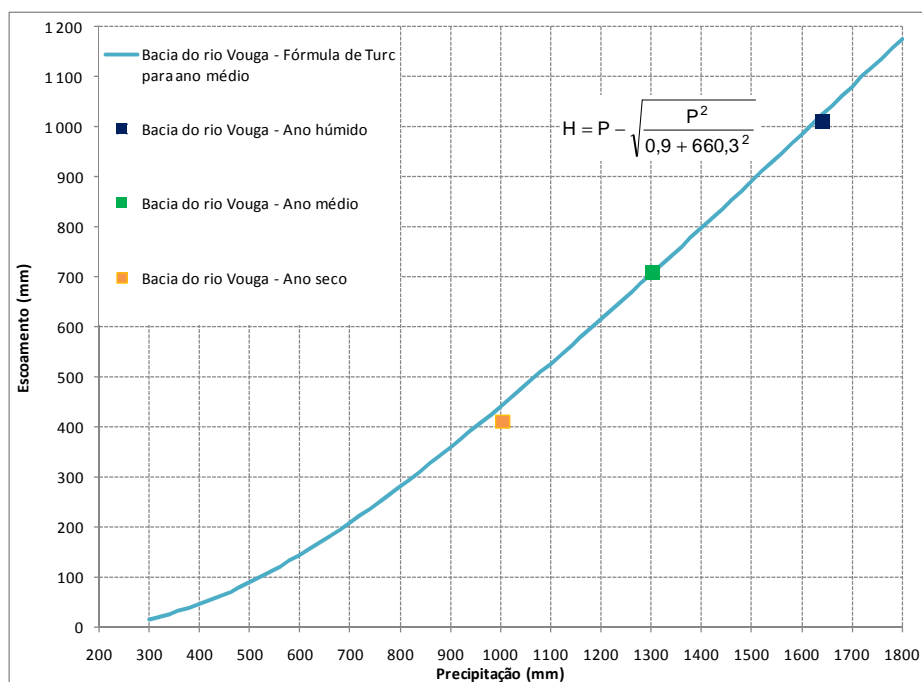




Gráfico 7.1.4 – Curva de Turc para a bacia do rio Lis

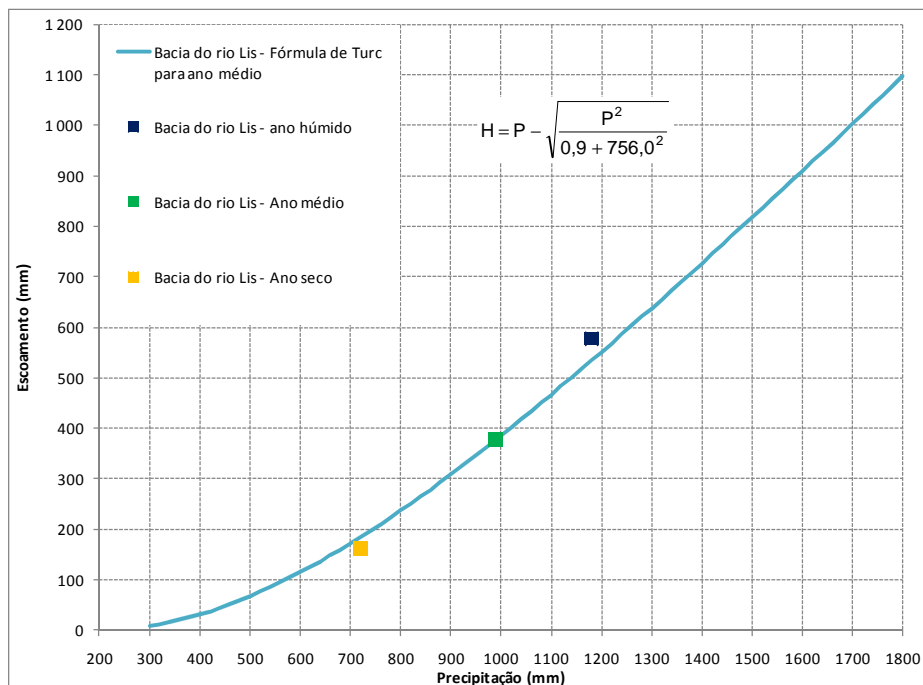


Gráfico 7.1.5 - Curva de Turc para a bacia das ribeiras costeiras entre Vouga e Mondego

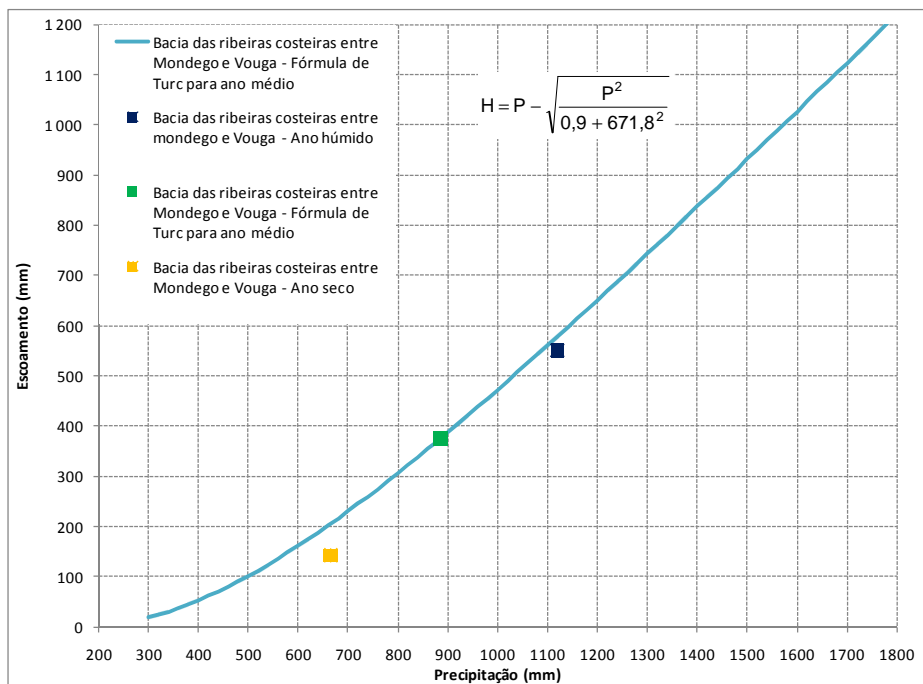
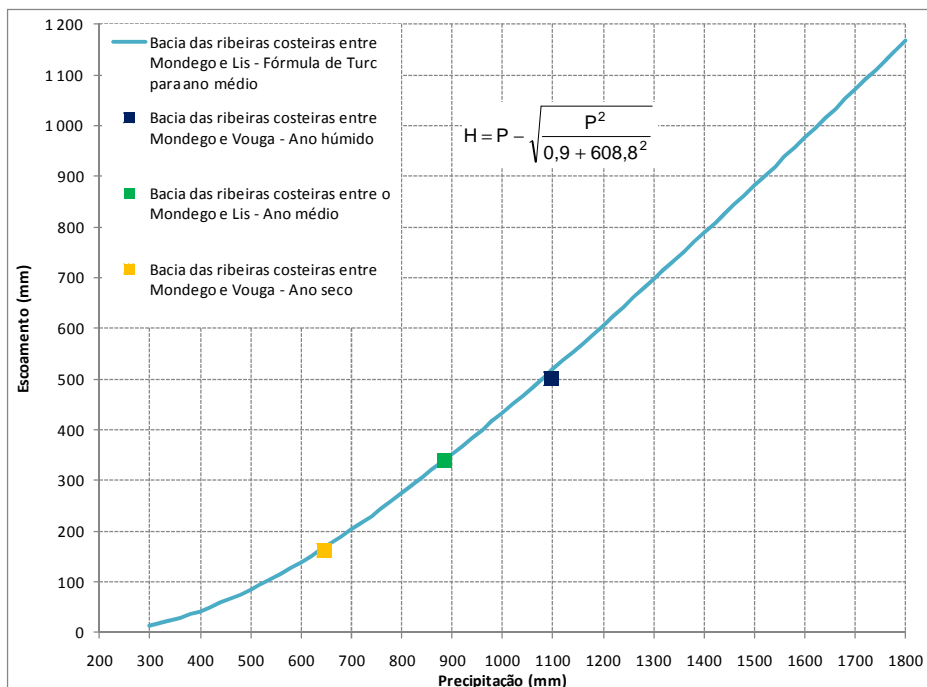


Gráfico 7.1.6 - Curva de Turc para a bacia das ribeiras costeiras entre Mondego e Lis



Para a caracterizar a variabilidade intra-anual do escoamento, determinou-se a distribuição percentual do escoamento em semestre húmido (Outubro a Março) e em semestre seco (Abril a Setembro) e, dentro deste último, particularizou-se o período de estiagem que compreende os meses de Junho a Setembro (Quadro 7.1.8).

Quadro 7.1.8 – Caracterização intra-anual do escoamento num ano de características médias

Linha de água	Secção	Escoamento em percentagem		
		Semestre húmido (Out a Mar)	Semestre seco (Abr a Set)	Período de estiagem (Jun a Set)
Lis	Foz do rio Lis	74,88	25,12	7,56
Afluente do rio Lis	Foz do rio Lena	73,45	26,55	8,65
Mondego	Foz do rio Mondego	76,11	23,89	8,22
Afluentes do rio Mondego	Foz do rio Dão	76,95	23,05	8,35
	Foz do rio Alva	78,80	21,20	6,46
Vouga	Foz do rio Vouga	76,00	24,00	8,60
Afluentes do rio Vouga	Foz do rio Águeda	76,00	24,00	8,60
	Foz do rio Caima	76,00	24,00	8,60



#### 7.1.4.1.3.2. REGIME MODIFICADO

As análises efetuadas no presente plano permitiram concluir que as reduções do escoamento devidas a circuitos hidroelétricos de derivação ou de transvase apenas têm impactos locais, ao nível de uma ou duas massas de água individuais.

Já as alterações da distribuição temporal do escoamento devidas à construção de barragens com grandes albufeiras de regularização têm efeitos que, por acumulação, tendem a ser globais dentro das principais bacias hidrográficas.

De acordo com o inventário efetuado, a bacia hidrográfica do Lis e as bacias costeiras encontram-se desprovidas de grandes barragens, pelo que o regime natural não é alterado.

Na bacia do Vouga, só a barragem de Ribeiradio, ainda em construção, terá algum efeito de modificação do regime de escoamento.

Esse efeito traduzir-se-á, sobretudo, num aumento dos caudais de estiagem no Baixo Vouga Lagunar.

De acordo com os estudos consultados, a barragem de Ribeiradio deverá garantir a jusante, nos meses de estiagem, um caudal mínimo da ordem de 10% do caudal modular.

Na bacia do Mondego, concluiu-se que as únicas albufeiras que introduzem um efeito regularizador significativo, à escala da bacia global, são as do Sistema Fronhas-Aguieira-Raiva.

Na Figura 7.1.2, apresenta-se um esquema do sistema formado pelas anteriores barragens e do Açude-Ponte de Coimbra.

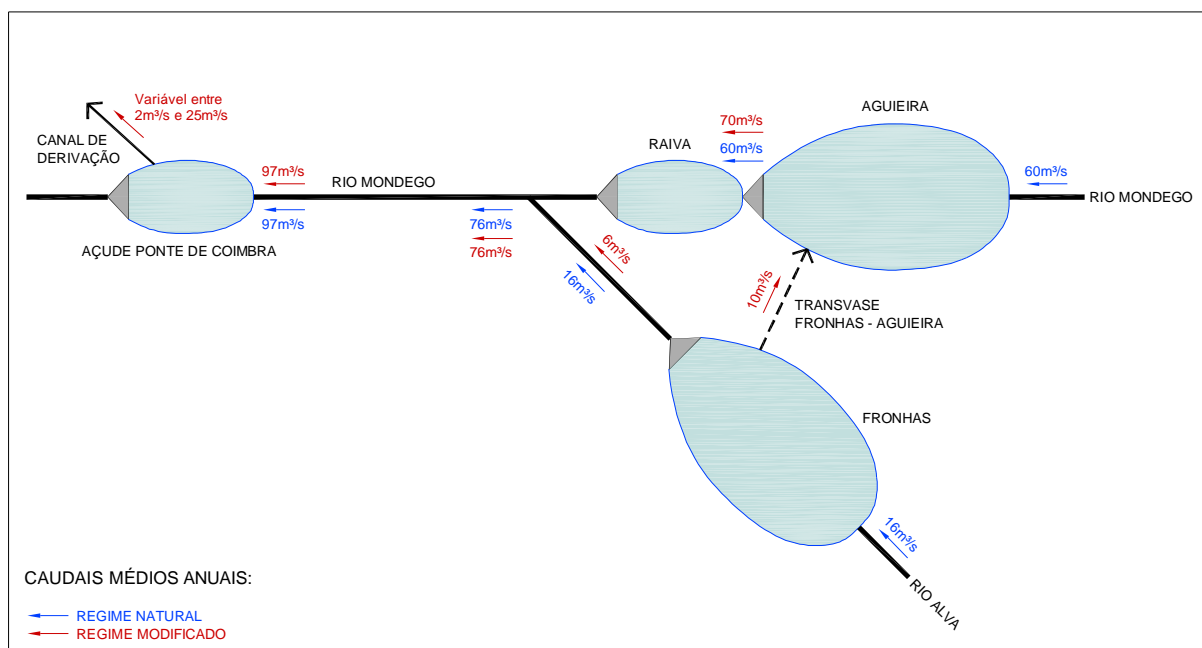


Figura 7.1.2 – Esquema do Sistema Fronhas – Agueira – Raiva – Açude de Coimbra

Na situação modificada atual, dos 16 m³/s afluentes à foz do rio Alva em regime natural, cerca de 10 m³/s são transvasados para a Agueira, o que reduz substancialmente o caudal no troço terminal do dito rio Alva e, em compensação, aumenta o escoamento entre a albufeira da Raiva e a foz do Alva.

Neste último troço, e no restante trecho do rio Mondego até à albufeira do açude-ponte de Coimbra, a distribuição do escoamento ao longo do ano hidrológico é, ainda, significativamente alterada pelo efeito regularizador da albufeira da Agueira, transferindo água da estação húmida para a estação seca.

Finalmente, no Açude-Ponte de Coimbra, o caudal regularizado de 97 m³/s é parcialmente derivado para consumos urbanos, industriais e de rega.

Os consumos industriais totalizam apenas cerca de 2 m³/s durante todo o ano, mas, no Verão, os consumos de rega são muito significativos, podendo o caudal instantâneo total extraído atingir 25 m³/s, no horizonte de projeto.

#### 7.1.4.1.4. Valores extremos de cheia

A análise realizada, teve como objetivo avaliar os caudais de ponta de cheia nas secções terminais das massas de água para vários períodos de retorno.

Os valores obtidos são apenas indicativos da ordem de grandeza dos referidos caudais, não devendo, portanto, ser considerados na realização de projetos.





A avaliação de caudais de ponta de cheia foi realizada com base na análise estatística das séries de caudais instantâneos máximos anuais registadas nas estações hidrométricas, com mais de vinte valores e mediante uma regionalização dos resultados obtidos, tendo esta última permitido extrapolar valores para as secções terminais de todas as massas de água.

As únicas albufeiras existentes na RH4 que têm efeito de amortecimento de cheias significativo são as albufeiras de Fronhas e de Aguieira, que fazem parte do sistema Fronhas-Aguieira-Raiva. No entanto, os registos disponíveis das estações hidrométricas afetadas por este sistema são, na sua grande maioria, anteriores à sua implementação.

Assim, os caudais de ponta de cheia obtidos correspondem ao regime natural.

No quadro seguinte, apresentam-se os valores dos caudais de ponta de cheia em regime natural obtidos por análise estatística dos caudais de ponta de cheia nas estações hidrométricas e a partir dos quais se extrapola, por regionalização, para as secções terminais das massas de água.

Quadro 7.1.9 - Caudais de cheias com diferentes períodos de retorno nas estações hidrométricas, em regime natural

Código	Estação	Caudal (m³/s)				
		T= 5 anos	T= 10 anos	T= 25 anos	T= 50 anos	T= 100 anos
10L/01H	Ponte Juncais	387	522	692	818	944
10K/03H	Nelas	295	379	484	561	639
10K/01H	Ponte Santa Clara Dão	243	340	464	556	647
10J/01H	Caldas de São Gemil	206	257	321	369	416
12H/03H	Ponte Mucela	411	520	658	760	861
12G/04H	Ponte Santa Clara Coimbra	1774	2166	2662	3031	3396
11I/06H	Ponte Tábua	612	789	1013	1180	1345
10F/02H	Ponte Requeixo (Cértima e Águeda)	559	690	856	979	1101
09G/01H	Ponte Vale Maior	96	116	142	161	180
09I/02H	Ponte Vouzela	292	362	451	516	581
10G/02H	Ponte Águeda	202	229	262	287	312

No leito principal do rio Vouga, está, neste momento, em construção a barragem de Ribeiradio, mas, uma vez que a sua albufeira será explorada com níveis muito elevados no Inverno e que o NPA e o NMC pouco diferem entre si, o seu efeito na redução das pontas de cheia será pouco significativo.

Na bacia do Mondego, como se referiu, apenas as albufeiras de Fronhas e de Aguieira têm efeito significativo na redução das pontas de cheia, sobretudo esta última, que é explorada com uma curva guia especificamente dimensionada para reduzir as pontas de cheia em Coimbra e no leito regularizado do Baixo Mondego.

O caudal da cheia centenária natural em Coimbra, determinado por análise estatística dos caudais registados na EH de Ponte de Santa Clara seria de  $3400\text{m}^3/\text{s}$  (de acordo com o quadro anterior).

O correspondente valor obtido no Projeto de Regularização do Baixo Mondego foi de  $3700\text{m}^3/\text{s}$ , ou seja, é da mesma ordem de grandeza.

De acordo com este mesmo projeto, o caudal de ponta de cheia amortecido em Coimbra será de  $1200\text{m}^3/\text{s}$ , por efeito da exploração conjunta das albufeiras de Aguieira e de Fronhas.

Na bacia do rio Lis e nas bacias costeiras, não existem albufeiras que permitam amortecer as cheias naturais.

#### 7.1.4.1.5. Situação de Referência

O sistema de classificação das águas de superfície baseia-se no conceito de estado ecológico, expresso com base no conceito de desvio ecológico ou rácio de qualidade ecológica relativamente às condições de um corpo de água idêntico em condições “prístinas”.

Para fazer esta avaliação é necessário conhecer o estado ecológico de referência, definido na DQA como o estado dos ecossistemas aquáticos na ausência de qualquer influência antrópica significativa, i.e., estado que se atingiria, no limite, se cessasse toda a influência do Homem sobre o meio hídrico.

Para as diferentes categorias de águas de superfície foram caracterizadas as condições de referência por tipologia de massa de água, com base na informação recolhida pelo INAG, I.P, aquando dos trabalhos para definição de tipologias de massa de água e o estabelecimento de critérios de classificação do estado das massas de água.

As comunidades bióticas de “referência” apresentam taxa que incluem organismos com grande sensibilidade a poluição, característicos de água límpidas e pouco alteradas. Verifica-se um predomínio de espécies autóctones e uma grande diversidade dentro da comunidade.

No caso dos rios presentes a jusante de albufeiras (fortemente modificados) ainda não se encontram definidas as condições de máximo potencial ecológico, contudo, estas deverão se encontrar próximo das condições de referência, dado que algumas dessas massas de água apresentaram classificação de “excelente”, para os elementos biológicos, nas campanhas do INAG, I.P (2004-2006).

Para as albufeiras a definição do máximo potencial ecológico teve por base os trabalhos de Ferreira *et al* (2009), coordenados pelo INAG, I.P, na caracterização dos elementos de qualidade hidromorfológica, físico-químicos e biológicos, nomeadamente invertebrados bentónicos, ictiofauna e fitoplâncton.



Para as águas costeiras e de transição efetuou-se uma caracterização biológica e hidromorfológica com base em dados históricos, nos dados preliminares do projeto TICOR e nos trabalhos de definição do limite de jusante dos estuários portugueses (INAG/MARETEC 2001).

#### 7.1.4.2. Massas de água subterrâneas

No âmbito do PGBH do Centro foram analisadas 20 massas de água subterrâneas: Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Vouga, Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Mondego, Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga, Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Mondego, Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Lis, Luso, Cársico da Bairrada, Ançã – Cantanhede, Verride, Quaternário de Aveiro, Tentúgal, Aluviões do Mondego, Figueira da Foz – Gesteira, Leirosa - Monte Real, Vieira de Leiria - Marinha Grande, Pousos – Caranguejeira, Louriçal, Viso – Queridas, Condeixa – Alfarelos, Cretácico de Aveiro.

A disponibilidade hídrica subterrânea média por unidade de área para a totalidade destas 20 massas de água é de cerca de  $0,14 \text{ hm}^3/\text{ano}/\text{km}^2$ , mas existe uma grande variabilidade de massa de água para massa de água. Assim, verifica-se que as massas de água com disponibilidades hídricas subterrâneas mais significativas correspondem aos sistemas aquíferos de Verride, Aluviões do Mondego, Vieira de Leiria – Marinha Grande, Ançã – Cantanhede, Quaternário de Aveiro e Leirosa – Monte Real, respetivamente com valores de 0,36, 0,29, 0,27, 0,25, 0,22 e  $0,21 \text{ hm}^3/\text{ano}/\text{km}^2$ . No lado oposto, estão as massas de água do Cretácico de Aveiro, Condeixa – Alfarelos e Pousos – Caranguejeira, com disponibilidades hídricas de apenas 0,008, 0,09 e  $0,036 \text{ hm}^3/\text{ano}/\text{km}^2$ , respetivamente.

Do ponto de vista litológico de suporte a estas massas de água subterrâneas, distinguem-se diferentes tipos: sistemas fissurados (Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Vouga, Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Mondego e Luso), indiferenciados (Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga, Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Mondego e Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Lis), cársicos (Cársico da Bairrada, Ançã – Cantanhede e Verride), porosos (Quaternário de Aveiro, Cretácico de Aveiro, Tentúgal, Aluviões do Mondego, Figueira da Foz – Gesteira, Leirosa - Monte Real, Vieira de Leiria - Marinha Grande, Louriçal, Viso – Queridas e Condeixa – Alfarelos) e mistos porosos-cársicos (Pousos-Caranguejeira).

As produtividades médias nos meios hidrogeológicos onde predominam rochas fissuradas, são baixas com valores que raramente superam os 2 l/s. As captações são poços, poços com drenos horizontais, nascentes e minas, que captam na zona superficial, onde a alteração e a fracturação são intensas.

O escoamento subterrâneo dá-se, maioritariamente, pela rede de fracturação, que pode ser contínua ou não, com direção condicionada em grande parte aos principais cursos de água. A recarga das unidades aquíferas faz-se através das precipitações que caem diretamente nas camadas aflorantes em zonas espessas de alteração, com fracturação bem desenvolvida e significativa. A descarga dá-se para a rede hidrográfica superficial ou para nascentes através de acidentes estruturais.

Ainda nestes meios fissurados ocorrem pequenos aquíferos associados com depósitos aluvionares, dispostos de forma descontínua ao longo das principais linhas de água, que possibilitam explorações, por poços com drenos, de volumes consideráveis. Pela sua importância salientam-se os sistemas do Carvoeiro (600 l/s), Assequins (150 l/s) Ponte de Burgães, Vale de Cambra (50 l/s) e Oliveira de Azeméis (45 l/s) todos na bacia hidrográfica do rio Vouga. As saídas naturais dão-se para o rio adjacente de forma difusa.

Do ponto de vista hidrodinâmico as unidades aquíferas porosas analisadas no âmbito do PGBH do Vouga, Mondego e Lis, constituem sistemas multicamada onde se podem distinguir aquíferos freáticos e semi-confinados. O fluxo natural é em direção ao mar e/ou para a rede hidrográfica.

Os principais processos de recarga nestas massas de águas subterrâneas é feita por infiltração direta da água da chuva e da água de rega e a descarga é feita para o mar, para a rede hidrográfica ou por drenância vertical para os aquíferos sub ou sobrejacentes ou para ecossistemas importantes como é o caso da Pateira de Fermentelos.

Devido a forte exploração de águas subterrâneas alguns sistemas podem apresentar importantes depressões proporcionando inversão de gradientes potenciando assim um avanço da interface água doce/água salgada em aquíferos costeiros (Cretácico de Aveiro).

Nas unidades aquíferas cársicas o escoamento subterrâneo depende do grau e desenvolvimento da rede cársica.

Do ponto de vista hidrodinâmico podem ser identificadas divisórias em algumas unidades aquíferas cársicas que podem interferir nos fluxos subterrâneos com descargas naturais correspondendo a importantes exsurgências (Olhos da Fervença, no aquífero da Bairrada, e Ançã, no aquífero de Ançã-Cantanhede)

A recarga é direta das precipitações sobre a superfície aflorante, ou por drenância a partir dos aquíferos freáticos sobrejacentes em geral de características detríticas, processo que depende do grau de carsificação e da topografia.

Do ponto de vista hidroquímico as águas subterrâneas que ocorrem nos meios hidrogeológicos indiferenciados com predominância de rochas fissuradas tem baixas condutividades elétricas e pH ligeiramente ácidos Estas águas apresentam valores de concentração de nitrato altos embora não ultrapassem o valor paramétrico, De entre os outros elementos amostrados realce para o manganês cuja concentração ultrapassa o valor paramétrico para consumo humano.

Nos sistemas porosos predominam águas subterrâneas, com baixas condutividades elétricas e pH com valores de mediana dentro do intervalo para o consumo humano. Os valores de concentração de nitratos apresentam valores inferior ao valor paramétrico para consumo humano Em relação aos elementos menores, os mais abundantes são o ferro, o manganês, o níquel e o arsénico mas sempre com valores abaixo do valor paramétrico.

Nos sistemas cársicos predominam águas subterrâneas, com baixas condutividades elétricas e pH com valores de mediana dentro do intervalo para o consumo humano. Os valores de concentração de nitratos apresentam valores inferiores ao valor paramétrico para consumo humano. Em relação aos elementos menores, o mais abundante é o ferro.



### 7.1.5. Socioeconómica

#### 7.1.5.1. Indicadores demográficos

Entre 2001 e 2009, de um modo geral, assistiu-se a um acréscimo da população residente na RH4 (+2,01%) devido, fundamentalmente, ao aumento populacional da Bacia do Lis (+7,06%) e do Vouga (+3,12%) uma vez que a Bacia do Mondego teve uma evolução negativa, quase nula, da população residente (-0,03%).

A população flutuante, entendida como a população passível de utilizar os recursos existentes na região hidrográfica, corresponde a cerca de 39% da população residente total da área integrada no PGBH do Vouga, Mondego e Lis.

Complementarmente, atendendo aos hóspedes nos estabelecimentos hoteleiros (turistas) da região hidrográfica, registou-se um acréscimo, entre 2002 e 2009, de cerca de 38,5%, totalizando, em 2009, aproximadamente, 970000 hóspedes. A taxa líquida de ocupação de cama, em 2009, era de 27,4% na região.

A análise da estrutura etária revela que, em 2001 e 2009, mais de metade da população da área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis se concentrava na faixa etária compreendida entre os 25 e os 64 anos. Aproximadamente 18% da população apresentava, no mesmo período temporal, 65 ou mais anos de idade. No que diz respeito às faixas etárias correspondentes à população mais jovem observa-se que a faixa etária compreendida entre os 0 e os 14 anos correspondia a cerca de 15% do total da população, e a faixa etária entre os 15 e os 24 anos representava cerca de 12% da população total da região (2001 e 2009).

As bacias hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis apresentam semelhante distribuição percentual da população por grupos etários, contudo, salienta-se a maior proporção de idosos (cerca de 20% da população com 65 ou mais anos) na bacia do Mondego relativamente às restantes.

A relação entre os diversos grupos etários e a sua tendência evolutiva, permitiu deduzir que se trata de uma região em que a estrutura populacional se pode classificar de jovem, embora presente, entre 1991 e 2001, tendência para o envelhecimento dado o aumento do índice de envelhecimento de, aproximadamente, 65%.

Relativamente à estrutura familiar, entre 1991 e 2001, denota-se o acréscimo do número total de famílias, paralelamente ao acréscimo populacional, mas a redução da sua dimensão. Isto é, verificou-se a diminuição do número médio de pessoas que compõem a família. Assim, em 2001, a área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis apresentava cerca de 2,8 pessoas por família face aos 3,1 que detinha em 1991.

No que concerne ao nível socioeconómico, analisou-se o indicador de poder de compra *per capita* e o ganho médio mensal dos concelhos da área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis.

Quanto ao primeiro indicador constatou-se que, entre 1997 e 2007, se assistiu a uma melhoria deste indicador nas bacias hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis e, consequentemente, na RH4. Em 2007, a região hidrográfica apresentava um poder de compra de 74%, ao passo que as bacias do Lis e do Vouga detinham maior poder de compra que a área definida no PGBH (84% e 73%, respetivamente).

Relativamente ao ganho médio mensal, entre 2007 e 2008, verificou-se um acréscimo tanto na região hidrográfica como nas bacias hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis. Todavia, em 2008, as bacias do Lis (903 euros) e do Vouga (816 euros) detinham um ganho mensal superior ao da região hidrográfica (831 euros).

Relativamente à densidade populacional, ou seja, o número de habitantes por km<sup>2</sup>, verifica-se que, em 2001, a região hidrográfica detinha, aproximadamente, 134 habitantes por km<sup>2</sup>. A bacia do Mondego era a menos densa, com 105 habitantes por km<sup>2</sup> mas em virtude de apresentar uma área - 6684,7km<sup>2</sup> - bastante superior às restantes bacias, das três, era a bacia com mais população residente.

#### 7.1.5.2. Contas Regionais

Do enquadramento empresarial na área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis regista-se uma densidade média de 11 empresas, sendo a bacia do Lis a que, em 2008, detinha maior número de empresas por km<sup>2</sup> (17). As bacias do Vouga e do Mondego apresentavam densidades semelhantes, respetivamente, 9 e 8 empresas por km<sup>2</sup>.

A média do pessoal ao serviço por empresa era de 3 pessoas na RH4, 3,5 pessoas na bacia do Lis, 2,8 pessoas na bacia do Vouga e 2,7 pessoas na bacia do Mondego.

Relativamente ao volume de negócios por empresa, a na área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis detinha, em 2008, cerca de 254 milhares de euros, cujo contributo maioritário pertencia à bacia do Lis com cerca de 373 milhares de euros, ou seja, sensivelmente o dobro do contributo de cada uma das outras bacias: Mondego (190 milhares de euros) e Vouga (198 milhares de euros).

Complementarmente, e no sentido de caracterizar a atividade económica regional, analisou-se o produto interno bruto (PIB) e o valor acrescentado bruto (VAB/Emprego).

A distribuição do PIB, VAB e emprego permite concluir que as bacias do Mondego e Vouga assumem peso equivalente (42% a 44%, consoante as variáveis), enquanto o contributo da bacia do Lis se situa na ordem de 15% no que diz respeito ao PIB e ao VAB e em 13% quanto ao emprego.

De acordo com a análise realizada, constata-se que a NUT III do Pinhal Litoral apresentava, em 2007, um valor superior do PIB *per capita* (101,5%) que o nacional (100%).

Observa-se igualmente que os valores do PIB *per capita* eram mais elevados (101,5% e entre 80% a 100%) nas regiões (NUT III) localizadas no litoral (Pinhal Litoral, Entre Douro e Vouga, Baixo Vouga e Baixo Mondego) e vão diminuindo progressivamente no sentido do interior da RH4. As NUT III de Dão Lafões e Médio Tejo detinham um PIB *per capita* entre 70% a 80%, ao passo que as NUT III Pinhal Interior Norte, Douro, Beira Interior Norte e Cova da Beira apresentavam valores do PIB *per capita* entre 60% e 70%. A NUT III da





Serra da Estrela foi a que menor valor de PIB *per capita* detinha em 2007, ou seja, 50,5% (metade do PIB nacional).

Relativamente à produtividade, observa-se que os valores por bacias hidrográficas não diferem significativamente da média da área do PGBH Vouga, Mondego e Lis, embora os indicadores sejam mais favoráveis na Bacia do Lis.

Quanto ao VAB/Emprego na área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis, em 2007, entre as NUT mais produtivas (25 a 30 milhares de euros de VAB/Emprego) destacam-se o Baixo Mondego, Pinhal Litoral e Médio Tejo. Nas NUT medianamente produtivas (20 a 25 milhares de euros de VAB/Emprego) distinguem-se as regiões entre Douro e Vouga, Baixo Vouga, Dão-Lafões e Pinhal Interior Norte e as menos produtivas (15 a 20 milhares de euros de VAB/Emprego) destacam-se o Douro, Beira Interior Norte, Serra da Estrela e Cova da Beira.

Dentro do mercado de trabalho, em 2001, existia 36,4% de população inativa na área do PGBH Vouga, Mondego e Lis.

De entre o total da população sem atividade económica (inativa) na RH4, em 2001, a maioria era “domésticos, reformados e incapacitados” (71,6%). A estes, seguiam-se os “estudantes” (21,8%) e por último as “outras situações” (8,7%). As bacias do Lis, Mondego e Vouga registaram semelhante comportamento.

Em 2001, a taxa de atividade era de 49,4%, ou seja somente metade da população total contribuía de forma ativa para a economia e geração de riqueza local.

Em 2001, as bacias do Lis e do Vouga apresentavam valores superiores ao da área do PGBH Vouga, Mondego e Lis (51,7% e 49,8, respetivamente) ao passo que a bacia do Mondego apresentava uma taxa de atividade de 48,1% (inferior ao da área do PGBH Vouga, Mondego e Lis).

Em relação à taxa de desemprego, a bacia do Mondego era a que detinha a mais alta taxa de desemprego (9,4%). As bacias do Lis e do Vouga tinham, em 2001, taxas de desemprego bastante inferiores à da área do PGBH Vouga, Mondego e Lis e à bacia do Mondego, de 4,4% e 5,6%, respetivamente. A bacia do Mondego era a que apresentava, em 2001, o maior número de desempregados por população ativa com 9,4 desempregados por cada ativo. As bacias do Lis e Vouga apresentavam menor número de desempregados por ativos (respetivamente, 4,4 e 5,6 desempregados por ativo, em 2001) do que o registado na área do PGBH Vouga, Mondego e Lis (7 desempregados por ativo, em 2001).

### 7.1.5.3. Atividades Económicas

Na área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis entre 1991 e 2001, verificou-se um decréscimo das atividades do sector primário, nomeadamente a agricultura, originando alterações sociais, culturais e económicas consideráveis. A atividade industrial (sector secundário) também registou uma diminuição da sua população empregada, passando de 44,4% (1991) para 41,6% (2001). O sector terciário absorveu, assim, grande parte da mão-de-obra, e em 2001 passou a ter mais 9% da população empregada, perfazendo cerca de 54,6% de população empregada neste sector, o que se assume como um fator de atratividade à fixação de população neste território.

O sector primário detém um peso superior na bacia do Vouga, comparativamente com as outras bacias.

Na bacia do Lis predomina o sector secundário, enquanto que na bacia do Mondego o sector terciário é predominante.

Em termos agrícolas, e de acordo com os dados do Recenseamento da Agricultura de 2009, a superfície agrícola total do PGBH Vouga, Mondego e Lis apresentava cerca de 2 446 379 425 m<sup>2</sup>, da qual cerca de 23% corresponde a superfície regada e cerca de 60% corresponde a Superfície Agrícola Utilizada (SAU). Relativamente ao tipo de utilização da SAU, na área do PGBH Vouga, Mondego e Lis destaca-se o predomínio de culturas temporárias, em particular no Vouga, seguido de matas e florestas sem culturas sob-coberto. O Mondego é a bacia com maior percentagem de área utilizada para pastagens permanentes em terra limpa e sob-coberto (cerca de 12% da sua área de SAU).

Acresce-se que, de acordo com os elementos fornecidos pela Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, a área do PGBH Vouga, Mondego e Lis detém, actualmente, cerca de 8028 hectares de área regada, correspondente a dois aproveitamentos hidroagrícolas de maior dimensão (Baixo Mondego e Vale do Lis) e a quatro aproveitamentos hidroagrícolas de menor dimensão (Várzea do Calde, Pereiras, Ribeira do Porcão e Burgães).

Na área do Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica dos rios Vouga, Mondego e Lis a atividade de pesca marítima localiza-se, fundamentalmente, nos territórios correspondentes às delegações da Docapesca de Aveiro e da Figueira da Foz.

Relativamente à indústria transformadora, verifica-se que a mesma se distribui um pouco por toda a área do Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica dos rios Vouga, Mondego e Lis, embora as atividades com maior intensidade tecnológica tendam a concentrar-se na faixa litoral ao passo que as indústrias mais tradicionais, frequentemente associadas à exploração de recursos naturais (como por exemplo as agroindústrias e indústrias da madeira), apresentam um padrão de localização mais no interior desta área e da própria região Centro onde a mesma se insere.

As atividades de “alojamento, restauração e similares”, em 2008, eram mais representativas na bacia do Mondego com cerca de 7,4% das empresas neste ramo. A área do PGBH Vouga, Mondego e Lis detinha cerca de 6,9% de empresas de alojamento, restauração e similares.

A área do PGBH Vouga, Mondego e Lis tem uma capacidade de alojamento de quase 20 mil camas, tendo recebido 1,78 milhões de dormidas em estabelecimentos hoteleiros, em 2009. A bacia do Mondego destaca-se por ter mobilizado cerca de 47% das dormidas turísticas verificadas nas três bacias.

Na área do Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica existem três campos de golfe: Quinta das Lágrimas – concelho de Coimbra (bacia Mondego), Montebelo – concelho de Viseu (bacia Mondego) e Curia – concelho de Anadia (bacia Vouga).





Acresce-se também a importância do termalismo na região Centro, onde a área do PGBH Vouga, Mondego e Lis se insere. Deste modo, em 2009, na área do plano localizavam-se 10 dos 38 estabelecimentos termais em atividade no Continente.

### **7.1.6. Solo e ordenamento do território**

#### **7.1.6.1. Tipos de solo**

Com base na análise do Atlas do Ambiente é possível concluir que a maior parte dos solos desta região hidrográfica se forma a partir da alteração e desagregação dos materiais rochosos subjacentes (rochas consolidadas e semi-consolidadas) devido à constante ação dos vários agentes de meteorização.

Na área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis onde ocorre o Maciço Antigo predominam os Cambissolos e os Rankers, aparecendo na zona de transição para a Orla Mesocenozóica Ocidental essencialmente os Fluvisolos, os Litossolos e os Luvisolos. Na zona ocidental, predominam os solos Podzolizados, onde aparecem também frações importantes de Regossolos, Solonchaks, Fluvisolos, Cambissolos e Luvisolos.

Na área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis, as unidades pedológicas dominantes correspondem aos Cambissolos húmicos (xistos), com cerca de 19.9%, e aos Cambissolos húmicos associados a Cambissolos dístricos (rochas eruptivas), com representatividade de cerca de 18.7%, muito por causa da grande área relativa à bacia do rio Mondego, onde aparece muito representado, inserido nas formações antigas. A área total de todos os Cambissolos é de aproximadamente 71%.

Em termos totais, os Podzóis cobrem a superfície da região em cerca de 15% e estão associados às formações sedimentares do Mesocenozóico que domina a região.

Os restantes tipos de solos estão pouco representados à escala da área analisada mas, com exceção aos Rankers (que encimam as formações antigas), todos os outros tipos estão também associados às formações sedimentares da zona ocidental.

No que diz respeito à distribuição dos solos por classes de permeabilidade na área do PGBH, verifica-se uma clara predominância de solos com permeabilidade baixa a moderada, os quais ocupam praticamente 90% da área total. Existem ainda 9% de solos com permeabilidade considerada alta e apenas 1% da área é ocupada por solos de permeabilidade baixa.

#### **7.1.6.2. Capacidade de uso do solo**

Relativamente à capacidade de uso do solo, de uma forma global, a área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis caracteriza-se por ter, maioritariamente, uma classe de capacidade de uso baixa - Classe F, pelo que os solos apresentam boas características para a prática de atividades florestais e baixa qualidade agrológica.

Por outro lado, na faixa litoral e no planalto beirão ocorrem manchas de solos de elevada qualidade agrológica – Classe A – que correspondem a uma zona aplanada e utilizada para a agricultura.

Paralelamente, e em especial na parte mais interior da área em estudo, também se assinala a presença de solos de Classe C os quais se caracterizam pelas suas limitações acentuadas, riscos de erosão elevados e por serem susceptíveis de utilização agrícola pouco intensa.

#### 7.1.6.3. Uso do solo

Em relação ao uso do solo, com base no *Corine Land Cover* 2006, constatou-se que a área do PGBH tem uma ocupação maioritariamente florestal (63,1%), sendo a bacia do Mondego aquela que mais contribui para esta ocupação (64,2% de ocupação florestal). A faixa litoral é a que apresenta uma menor ocupação florestal.

Segue-se a ocupação agrícola (31,1% na RH4), destacando-se novamente o contributo da bacia do Mondego (31,6%). Os espaços agrícolas proliferam um pouco por toda a RH4.

Os usos urbanos e industriais apresentam menor representatividade comparativamente aos anteriormente referidos, correspondendo, respetivamente, a 2,8% e 0,4%. Aqui destacam-se as bacias do Vouga e do Lis por apresentarem maior ocupação industrial - 1,6% no Lis e 1,3% no Vouga (face aos 0,5% do Mondego) – e maior ocupação urbana – 7,5% no Lis e 5,7% no Vouga (face aos 2,4% do Mondego).

A ocupação urbana na área do PGBH dos rios Vouga, Mondego e Lis é mais acentuada na faixa litoral e dentro desta, junto de alguns polos urbanos como seja Oliveira de Azeméis, Estarreja, Aveiro, Coimbra, Figueira da Foz, Pombal, Leiria, Marinha Grande, entre outros de menor relevância face à sua ocupação espacial. O interior da região denota uma menor e mais dispersa ocupação urbana, sendo a maior concentração em torno de Viseu.

Na área do PGBH, a indústria, comércio e equipamentos gerais têm também maior expressão territorial na faixa mais litoral (São João da Madeira, Albergaria-a-Velha, Aveiro, Águeda, Oliveira do Bairro e Figueira da Foz).

Nestas bacias ocorrem igualmente áreas ocupadas por extração de inertes, por infraestruturas e depósitos de resíduos, relativamente dispersas por toda a área de estudo e com ocupação pouco expressiva na mesma.

Os espaços agrícolas proliferam um pouco por toda a área do PGBH e incluem, de acordo com o *Corine Land Cover* 2006, as culturas temporárias de sequeiro, culturas temporárias de regadios, arrozais, vinhas, pomares, olivais, pastagens permanentes, culturas temporárias e/ou pastagens associadas e culturas permanentes, sistemas culturais e parcelares complexos, agricultura com espaços naturais e seminaturais e sistemas agroflorestais.

A ocupação florestal é indubitavelmente, a ocupação do solo dominante na área do PGBH e inclui, de acordo com o *Corine Land Cover* 2006, as florestas de folhosas; florestas de resinosas; florestas mistas; vegetação herbácea natural, matos, vegetação esclerófila, florestas abertas, cortes e novas plantações e vegetação esparsa. A faixa litoral é a zona com menor ocupação florestal.



Na área do PGBH Vouga, Mondego e Lis existem várias linhas de água algumas das quais apresentam planos de água. As lagoas costeiras localizam-se no contínuo entre Estarreja, Murtosa, Aveiro, Ílhavo e Vagos e Mira, associando-se uma área de sapais. As praias, dunas e areais encontram-se ao longo da faixa costeira.

Quanto às desembocaduras fluviais assinala-se apenas uma na Figueira da Foz, à qual é antecedida de uma área de salinas e aquicultura litoral.

Os pauis têm uma presença meramente residual na área de estudo.

No interior da área em estudo, assinalam-se também algumas manchas de áreas ardidas (Oliveira de Frades, São Pedro do Sul, Oliveira do Hospital, Penalva do Castelo, Aguiar da Beira, Fornos de Algodres e Pombal).

#### **7.1.6.4. Planeamento e Ordenamento do Território**

Na área do Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica dos rios Vouga, Mondego e Lis aplicam-se os seguintes instrumentos de gestão territorial – Planos Regionais de Ordenamento do Território e Planos Especiais e Sectoriais de Ordenamento do Território (excluindo os de âmbito municipal):

- Plano Regional de Ordenamento do Território do Centro (PROT Centro).
- Plano Regional de Ordenamento do Território do Oeste e Vale do Tejo (PROTOVT).
- Plano Regional de Ordenamento do Território do Norte (PROT Norte).
- Plano Estratégico de Intervenção de Requalificação e Valorização da Ria de Aveiro.
- Plano Sectorial da Rede Natura 2000.
- Planos de Bacia Hidrográfica do Lis, Mondego e Vouga.
- Planos Regionais de Ordenamento Florestal: Centro Litoral, Dão Lafões, Área Metropolitana do Porto e entre Douro e Vouga, Pinhal Interior Norte, Beira Interior Norte.
- Plano de Ordenamento da Orla Costeira de Ovar-Marinha Grande;
- Planos de ordenamento de áreas protegidas: Parque Natural das Serras de Aires e Candeeiros, Reserva Natural das Dunas de São Jacinto, Paisagem Protegida da Serra do Açor, Parque Natural da Serra da Estrela e Reserva Natural do Paul de Arzila.
- Planos de Ordenamento de Albufeiras de Águas Públicas: Albufeira de Fronhas e Albufeira da Aguieira.
- Plano de Ordenamento do Espaço Marítimo.
- Plano de Ordenamento do Estuário do Rio Vouga.
- Plano de Gestão de Extração de Inertes em Domínio Hídrico nas bacias do Mondego e do Vouga.

Para além dos instrumentos de gestão territorial identificados existem Planos Diretores Municipais (PDM) que abrangem os concelhos da área do Plano de Gestão da bacia hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis, dos quais a grande maioria se encontra em processo de revisão.

### 7.1.7. Usos e necessidades da água

#### 7.1.7.1. Necessidades por tipologia uso (usos consumptivos e não consumptivos)

##### Abastecimento público de água

Para a análise dos consumos atuais nos sistemas de abastecimento público, foi efectuado um levantamento dos dados constantes no Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e Águas Residuais de 2008, bem como os volumes anuais de extração constantes das Taxas de Recursos hídricos (TRH) disponibilizados pela ARH do Centro (ARH do Centro, 2010) atualizadas com os dados mais recentes de extrações suportados pelos dados de 2007 (INSAAR, 2008 e 2007), referentes aos 63 concelhos abrangidos pela área de jurisdição do Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica dos rios Vouga, Mondego e Lis.

Da análise dos dados disponíveis, constata-se que o volume total de água captado anualmente é de 126 518 dam<sup>3</sup>/ano, sendo que 62% desse volume tem origem em águas subterrâneas.

Com um total de população servida por redes de distribuição de água de 1 183 368 habitantes, e um volume total distribuído de 76 013 dam<sup>3</sup>/ano, a captação útil média resultante é de 165 L/hab.dia, após a validação dos dados disponíveis.

No que respeita às redes de distribuição, 97% do volume total é distribuído para o sector doméstico, a que corresponde um consumo atual de 73 733 dam<sup>3</sup>/ano.

O cálculo das perdas totais nos sistemas de abastecimento, por concelho, resulta da comparação dos volumes captados e dos volumes distribuídos. O valor médio determinado foi de 32% do volume total captado, após a validação dos dados disponíveis.

As necessidades de água do sector urbano foram determinadas com base em cálculos teóricos, recorrendo a valores de referência de captações de consumo e de perdas nos sistemas de abastecimento. O resultado determina que na área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis exista uma necessidade total de água anual para o sector urbano de 128 564 dam<sup>3</sup>, sendo que as necessidades reais correspondem a 89 994 dam<sup>3</sup>. Estes valores são referentes apenas à população residente na área abrangida no âmbito deste Plano.

##### Agricultura

O apuramento das áreas regadas baseou-se nos dados do Recenseamento Geral da Agricultura (RGA, 2009). Foi ainda consultada a DGADR para o levantamento das áreas de regadios coletivos incluídos nas bacias do Mondego, Vouga e Lis, assim como para se conhecer a distribuição das culturas praticadas.



Pode concluir-se que na região das bacias hidrográficas do Mondego, Vouga e Lis, entre 1989 (área regada de 152 mil ha, indicada nos anteriores PBH) e 2009 (área regada de 59 mil ha), ou seja, em duas décadas, verificou-se uma redução do regadio da ordem dos 61%.

Nestas bacias existem três regadios coletivos do tipo II: Baixo Mondego, Vale do Lis e Burgães. Constatou-se que, em 2008, da área total beneficiada foi regada cerca de 89%, sendo que o perímetro do Baixo Mondego teve uma adesão, em 2009 de cerca de 98,1%, ou seja, um valor extremamente elevado.

Verifica-se que o grupo de culturas que tem uma maior representatividade no regadio é o do milho, que agrupa vários tipos de milho (milho híbrido, milho regional, milharada, milho silagem, outras forragens), representando 61,4% da área total das culturas regadas. O grupo da batata ocupa 13,4% da área de regadio, verificando-se ainda a existência de áreas de arroz que representam cerca de 11,3% da área total de regadio.

Nestas bacias hidrográficas a avaliação das necessidades de água para rega foi baseada na soma das necessidades dos regadios individuais, tradicionais e coletivos. Deste modo, as necessidades totais estimadas de água para rega nas bacias do Mondego, Vouga e Lis são aproximadamente 281,5 hm<sup>3</sup>, em ano médio.

As bacias do Mondego e do Vouga são as que apresentam maiores necessidades de água para rega, de 168,5 e 68,4 hm<sup>3</sup> em ano médio, respetivamente, o que em conjunto corresponde a cerca de 84% das necessidades totais para rega da área do Plano.

#### Pecuária

O número de efetivos pecuários foi obtido a partir dos valores publicados no Recenseamento Geral Agrícola (RGA) de 2009, efetuado pelo Instituto Nacional de Estatística (INE, 2011). No que diz respeito às necessidades de água para a pecuária, estas foram determinadas no âmbito do plano considerando os animais com maior representatividade, ou seja bovinos, suínos, ovinos, caprinos, equídeos e aves.

As necessidades de água para a pecuária para a área do Plano do Vouga, Mondego e Lis, estimam-se em 3 703 dam<sup>3</sup>, verificando-se que mais de 30% dessas necessidades são destinadas às explorações de aves, indicando a grande importância da avicultura nestas bacias. As explorações de bovinos e suínos representam 27 e 26 % respetivamente das necessidades para a pecuária. Os ovinos, caprinos e equídeos são responsáveis por cerca de 17% das necessidades de água para a pecuária.

Verifica-se que é a bacia do Vouga que tem maiores necessidades hídricas na pecuária, representando cerca de 41% das necessidades totais da área do plano. Seguem-se as bacias do Mondego e do Lis com cerca de 26 e 19%, respetivamente, das necessidades totais da área do plano.

#### Indústria

Numa primeira fase foram determinadas as necessidades de água associadas ao sector industrial recorrendo à análise dos Títulos de Utilização de Recursos Hídricos (TURH), tendo sido identificadas 63 captações.

No entanto, uma análise detalhada das várias captações revelou a existência de diversos tipos de instalações não mencionadas nos TURH, pelo que foi necessário estimar as restantes necessidades, através da análise das CAE (INE) registadas por concelho, com o respetivo número de trabalhadores e dotação de água.

As necessidades anuais de água para a indústria para a Região Hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis estimam-se, no total, em 87 166 dam<sup>3</sup>, verificando-se que 42% desses consumos ocorrem na bacia Costeiras entre o Mondego e o Lis. De realçar que a esta bacia estão associados grandes consumos registados nos TURH, com particular destaque para a *Celulose Beira Industrial (CELBI)* (com cerca de 10 000 x10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>/ano) e a *SOPORCEL, Sociedade Portuguesa de Papel* (cerca de 26 000 x10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>/ano). No entanto, é importante referir que, estas duas indústrias de papel são abastecidas pelo canal do Mondego, que tem a sua origem no Açude Ponte Coimbra, na bacia do Mondego.

Seguem-se as sub-bacias do Vouga e do Mondego, com 36 e 13% do consumo total, respetivamente.

#### Turismo

As utilizações consumptivas referentes ao turismo respeitam não só aos consumos urbanos dos turistas, componente analisada no âmbito dos sistemas de abastecimento público, mas também outros consumos não humanos.

As necessidades de água para os campos de golfe e espaços verdes associados, são, em ano médio, da ordem dos 457 dam<sup>3</sup>. A bacia do Dão é a que apresenta um peso mais significativo, cerca de 58% dessas necessidades. Seguem-se as bacias do Mondego e do Vouga, com 23 e 19% das necessidades, respetivamente.

#### Produção de Energia

A produção de energia elétrica tem diversas exigências de água que levam à necessidade de quantificação das mesmas, consoante a origem da produção e o tipo de centrais. Na produção de energia elétrica por via hídrica, aproveitando a energia potencial da água através de turbinas, os consumos de água são praticamente nulos, desta forma os usos dos aproveitamentos hidroelétricos são contabilizados como usos não consumptivos de água.

Por outro lado, na produção de energia através de centrais térmicas são necessários elevados volumes de água para o funcionamento dos sistemas de refrigeração dos grupos, pelo que a sua quantificação assume elevada importância. No entanto, cerca de 98,5% deste uso é retornado ao meio recetor.

Na área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis foram identificados oito aproveitamentos hidroelétricos, de potência instalada superior a 10MW, em exploração na bacia do Mondego: cinco na sub-bacia do Alva e três na sub-bacia do Mondego. Foram igualmente identificadas três unidades em fase de construção ou de concessão, localizando-se uma instalação na bacia do rio Mondego e as restantes duas na bacia do Vouga. Estes aproveitamentos hidroelétricos, em exploração e em construção/concessão, contribuem com uma potência instalada de 925,4 MW e uma produção de energia de 1536,2 GWh/ano para a região do Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica dos rios Vouga, Mondego e Lis.





Relativamente a aproveitamentos hidroelétricos de potência instalada inferior a 10MW, foram identificadas 34 unidades em exploração, localizando-se 19 na bacia do Vouga e 15 na bacia do Mondego, e uma unidade em construção na bacia do Vouga. Estas unidades contribuem com uma potência instalada de 77,8 MW e com uma produção média anual de energia de 227,5 GWh/ano.

Na área do referido Plano existem ainda, seis centrais termoelétricas: duas centrais de cogeração, uma central de ciclo combinado e três centrais de biomassa. Estas centrais termoelétricas concentram-se na bacia Costeiras entre o Mondego e o Lis (três unidades) e na bacia do Mondego, e necessitam de um volume anual médio de água da ordem dos 7045 dam<sup>3</sup> sendo que contribuem com uma capacidade total instalada de 1015MW.

#### Usos recreativos

O território abrangido pelo PGBH do Vouga, Mondego e Lis é rico em locais ribeirinhos ou situados junto a albufeiras utilizadas como praias fluviais. Trata-se de áreas vocacionadas para o lazer, tomando como base o elemento água e frequentadas essencialmente por populações locais e regionais. Foram identificadas 21 praias definidas como águas balneares, pela Portaria n.º 267/2010, de 16 de Abril, tendo sido reconhecidos 44 outros locais, identificados em portais das câmaras municipais e turísticos, pela utilização como praia fluvial.

No que respeita à atividade termal, foram identificadas dez zonas termais concessionadas nesta região hidrográfica.

#### Aquicultura e Pescas

As bacias hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis possuem em vários locais costeiros (água salgada) e interiores (água doce) as condicionantes térmicas e da qualidade da água necessárias à produção aquícola, pelo que é considerável o número de unidades que se podem encontrar na região.

Presentemente, verifica-se a existência de atividade em seis estabelecimentos de aquicultura de água doce. Está atualmente em construção uma unidade aquícola na sub-bacia do Alva e constata-se a inatividade de duas unidades, entre as quais se conta com um posto aquícola da Autoridade Florestal Nacional (AFN). As espécies produzidas, são de um modo geral, salmonídeos.

No que diz respeito às unidades aquícolas que se encontram na zona litoral, ou seja, os estabelecimentos em água salgada, nota-se, desde logo, uma grande concentração de unidades na Ria de Aveiro. Encontram-se atualmente em atividade 87 unidades de produção e engorda piscícola, estando em fase de construção sete unidades de produção e engorda e inativas ou com atividade cessada 103 unidades deste tipo. Existem ainda: três unidades de depuração e expedição em água salgada, em atividade; uma unidade ativa do tipo depósito (estabelecimento em que considera a instalação temporária da espécie), e uma outra em construção.

Genericamente, nas unidades em tanque produzem-se espécies piscícolas, designadamente enguia, robalo; dourada, pregado, etc. Nos viveiros e unidades flutuantes desenvolvem-se crustáceos e ostras.

No que diz respeito à pesca desportiva, de acordo com os dados disponibilizados pela Autoridade Florestal Nacional, existem 46 concessões de pesca desportiva, sendo que 22 se localizam na bacia do Vouga e 15 na bacia do Mondego.

No que diz respeito à pesca profissional, em águas interiores, foram identificados cinco pesqueiros, com alguma extensão, dois na bacia do rio Mondego e três na bacia do rio Vouga.

#### **7.1.7.2. Avaliação do balanço entre necessidades, disponibilidades e potencialidades**

##### Síntese das necessidades de água

Depois de avaliadas as necessidades de água dos diferentes sectores de actividade, tendo como referência o ano médio, verifica-se que o sector agrícola apresenta o maior peso nos consumos globais da região, com necessidades de água que representam 55,5% das necessidades globais, seguido do sector urbano com 25,4% e do sector industrial com 17,2% (Gráfico 7.1.7).

Uma análise de proporcionalidade das diferentes atividades em cada sub-bacia revela que o sector da atividade agrícola é dominante em todas as sub-bacias, seguido do urbano e do industrial.

O Gráfico 7.1.8 apresenta a distribuição do total das necessidades existentes nas sub-bacias da área abrangida pelo PGBH do Vouga, Mondego e Lis. Verifica-se que é na bacia do Mondego que residem as maiores necessidades hídricas (53,8%), seguida da bacia do Vouga, com 28,8%





Gráfico 7.1.7 – Distribuição do peso das necessidades hídricas de cada sector de atividade, na área abrangida pelo PGBH do Vouga, Mondego e Lis

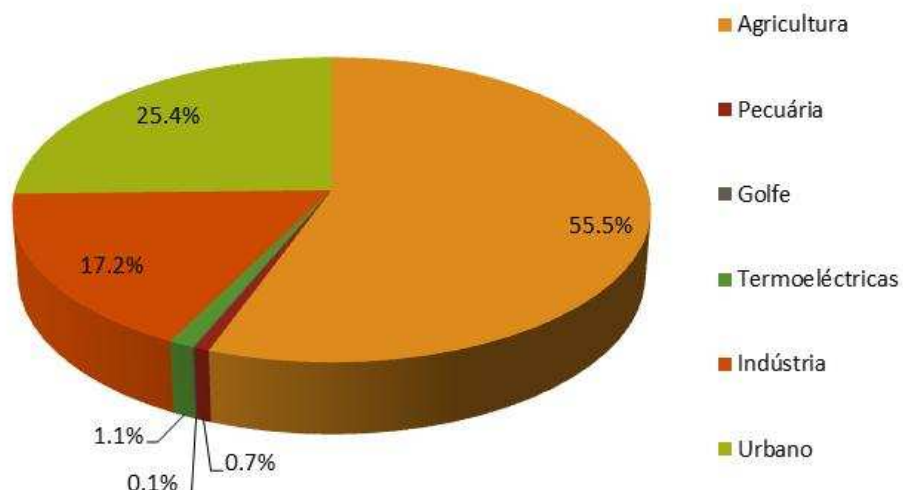
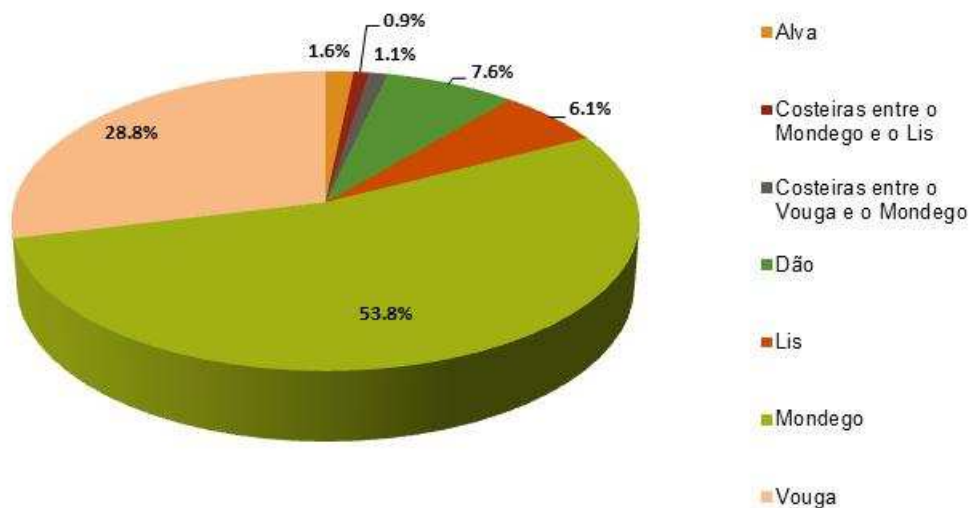


Gráfico 7.1.8 – Necessidades Hídricas Totais por sub-bacia, na área abrangida pelo PGBH do Vouga, Mondego e Lis



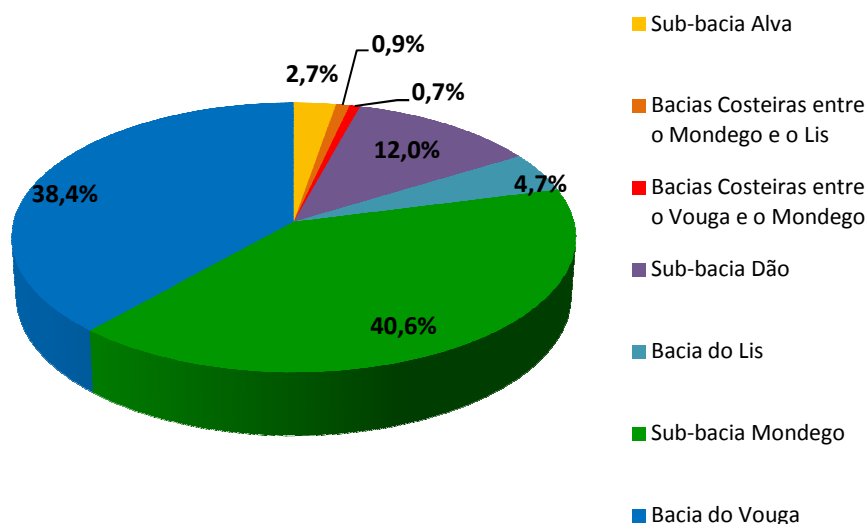
### Síntese das disponibilidades de água

O cálculo das disponibilidades foi baseado nos escoamentos naturais e nos transvases, das massas de água da área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis.

Os escoamentos totais englobam as águas superficiais e as subterrâneas, em regime natural.

Assim, os resultados obtidos revelam que as maiores disponibilidades hídricas para o ano médio se encontram nas bacias do Mondego (40,6%) e do Vouga (38,4%), como ilustra no gráfico seguinte.

**Gráfico 7.1.9 – Disponibilidade de água por bacia e sub-bacia, na área abrangida pelo PGBH do Vouga, Mondego e Lis**



### Balanço entre necessidades e disponibilidades

O balanço necessidades/disponibilidades foi calculado, com base nas necessidades hídricas totais, e nas disponibilidades hídricas resultantes dos escoamentos modificados pelos transvases, de modo a conseguir uma perspetiva global, no espaço e no tempo, das exigências da região face às suas disponibilidades.

Os retornos disponíveis, referentes às rejeições decorrentes das necessidades hídricas de cada sector de atividade, foram somados aos escoamentos modificados pelos transvases, para obter um escoamento disponível mais próximo do real e detalhado no balanço necessidades/disponibilidades por massa de água.

Porém, no balanço necessidades/disponibilidades por sub-bacia, os retornos não foram adicionados aos escoamentos modificados pelos transvases, por se considerar que os retornos representam apenas uma recirculação das disponibilidades de água já existentes na área abrangida pelo PGBH do Vouga, Mondego e Lis.



A taxa de utilização dos recursos hídricos, determinada através do coeficiente das necessidades hídricas de cada massa de água com as respetivas disponibilidades, permite avaliar se determinada massa de água se encontra em *stress*, ou seja, se a percentagem de utilização dos seus recursos é muito elevada.

No Quadro 7.1.10 apresenta-se um resumo do balanço necessidades/disponibilidades, por sub-bacia, para o ano de referência, ano médio.

Quadro 7.1.10 - Balanço das necessidades/disponibilidades de água por bacia e sub-bacia

Sub-bacias	Escoamentos modificados pelos transvases	Necessidades hídricas totais	Escoamentos sobrantes	Utilização dos recursos
	(dam <sup>3</sup> )	(dam <sup>3</sup> )	(dam <sup>3</sup> )	%
Alva	182.425	8.260	174.165	4,5%
Costeiras entre Mondego e Lis	59.123	4.455	54.668	7,5%
Costeiras entre Vouga e Mondego	46.025	5.437	40.587	11,8%
Dão	816.577	38.754	777.824	4,7%
Lis	321.610	31.114	290.496	9,7%
Mondego	2.755.330	272.940	2.482.390	9,9%
Vouga	2.608.820	145.971	2.462.849	5,6%
Total	<b>6.789.910</b>	<b>506.930</b>	<b>6.282.980</b>	<b>7,5%</b>

Verifica-se que, na área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis, em ano médio, as disponibilidades hídricas de cada sub-bacia são muito superiores às necessidades hídricas exigidas por todos os sectores de atividade. Ou seja, em cada sub-bacia, os volumes das necessidades hídricas estão muito aquém das disponibilidades existentes. Como resultado, obtém-se assim, no total da área do Plano um rácio de 7,5% das utilizações de todos os recursos hídricos existentes.

Verificou-se que, das 223 bacias de drenagem de massas de água superficiais (delimitadas pelo INAG, I.P. de acordo com o artigo 13.º) presentes na área abrangida pelo PGBH do Vouga, Mondego e Lis, em ano médio apenas 12 têm taxas de utilização superiores a 10%, sendo que estas nunca excedem 25%.

## 7.1.8. Serviços de abastecimento de água e saneamento de águas residuais

### 7.1.8.1. Sistemas de Abastecimento de água

#### Avaliação dos Modelos de Gestão e dos Níveis de Atendimento

Na área abrangida pelo Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis, integradas na Região Hidrográfica 4, verifica-se que os serviços públicos de

abastecimento de água em “alta” são garantidos por gestão directa das câmaras, em 76% dos concelhos abrangidos. Em relação aos serviços em baixa, a gestão directa das câmaras tem uma representatividade mais elevada, sendo o modelo de gestão existente em 81% dos concelhos abrangidos.

Destaca-se o facto de os sistemas de abastecimento de água em “alta” geridos por concessionárias municipais e multimunicipais presentes na área do plano abrangerem 29% dos concelhos servidos. Para os sistemas de abastecimento de água em “baixa” este valor é de 16%.

Tendo em consideração a população residente na área de abrangência do presente plano, estima-se que o nível de atendimento dos serviços públicos de abastecimento de água é de 93%, verificando-se que apenas 54% dos concelhos abrangidos apresentam níveis de atendimento iguais ou superiores a 95%.

Desta forma conclui-se que, na área de jurisdição do plano de gestão, o objetivo presente no Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais para o período de 2007-2013 (PEAASAR II) ainda não se encontra atingido.

#### Componentes do Sistema de Abastecimento de Água

De acordo com a definição de sistema como um conjunto de infraestruturas de abastecimento que tenham como início uma ETA ou um Posto de Cloragem, existem na área abrangida pelo plano, 652 sistemas de abastecimento, geridos por 55 entidades (INSAAR 2008).

A origem de água dos sistemas de abastecimento, é maioritariamente superficial, existindo para o efeito 69 captações de água, que captam anualmente um volume de 48 421 dam<sup>3</sup>. Embora existam 1037 captações de água subterrânea, estas perfazem um volume anual captado de 76 891 dam<sup>3</sup>, representando cerca de 61% do volume total de água captada na área de abrangência do PGBH do Vouga, Mondego e Lis.

Em análise aos dados totais, 78% do volume captado para produção de água para consumo humano distribui-se entre as bacias do Vouga e do Mondego, concentrando-se nesta última o maior número de captações.

No que respeita ao tratamento de água captada, existem 101 Estações de Tratamento de Água, responsáveis pelo tratamento de 57% do volume total tratado na área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis (INSAAR 2008).

O volume tratado é transportado através de 3 480 km de adutoras, até aos sistemas de distribuição que integram 1 637 reservatórios, 916 estações elevatórias e quase 9 633 km de rede de distribuição.



#### **7.1.8.2. Sistemas de Drenagem e Tratamento de Águas Residuais**

##### Avaliação dos Modelos de Gestão e dos Níveis de Atendimento

Relativamente aos sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais, a gestão destes sistemas é efetuada por Entidades Gestoras (EG) prestadoras de serviços em “alta” e em “baixa”, que asseguram, individualmente ou em conjunto, a descarga das respetivas águas residuais no meio recetor.

De acordo com a informação recolhida relativamente às entidades gestoras prestadoras de serviço “em alta”, as câmaras municipais estão envolvidas no tratamento de águas residuais em cerca de 65% dos concelhos que integram o PGBH dos rios Vouga, Mondego e Lis, sendo que em vinte e um desses concelhos os serviços municipais garantem em exclusivo o tratamento de esgotos, enquanto nos restantes casos partilham essa função com outra entidade gestora.

Em termos de modelos de gestão verifica-se que os serviços públicos de drenagem e tratamento de águas residuais em “alta” são garantidos maioritariamente por gestão direta, uma vez que a gestão autárquica assume um peso significativo na região hidrográfica do centro. Todavia, as concessionárias (sobretudo as multimunicipais) têm também um papel importante, em virtude de tratarem, na totalidade ou parcialmente, os efluentes produzidos em cerca de 59% dos concelhos que integram a área em estudo.

No que respeita às EG prestadoras de serviços em “baixa”, a recolha e drenagem dos efluentes é maioritariamente assegurada pelos serviços municipais (representando cerca de 77% das entidades gestoras envolvidas nesta prestação de serviços).

A gestão direta nos serviços públicos de recolha e drenagem de águas residuais em baixa é o modelo de gestão adotado em quase todos os concelhos que integram a região hidrográfica do centro.

Por outro lado, e de acordo com os dados disponibilizados pelo INSAAR 2008, pelas EG e pela ARH do Centro, I.P., os principais sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais da área abrangida pelo plano em termos de população servida (população equivalente superior a 10 000 hab), são geridos pelas seguintes entidades gestoras: SIMRIA – Saneamento Integrado dos Municípios da Ria, S.A, SIMLIS – Saneamento Integrado dos Municípios do Lis, S.A., Águas do Mondego, S.A, Águas do Zêzere e Côa, S.A., Águas da Região de Aveiro, Águas da Figueira, S.A., Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Viseu, Associação de Municípios de Terras de Santa Maria (AMTSM) e pelas Câmaras Municipais de Pombal e de Mealhada.

Relativamente aos índices de drenagem e de tratamento, tendo em consideração a população residente na área de jurisdição do presente plano, estima-se que nesta bacia hidrográfica o nível de atendimento dos serviços públicos de tratamento de águas residuais domésticas é de 66%, enquanto que em termos de drenagem o indicador é ligeiramente superior, sendo de 71%.

Assim, face aos resultados obtidos, verifica-se que na área de jurisdição da Região Hidrográfica do Centro afeta a este plano, o objetivo presente no PEAASAR II ainda não se encontra atingido (embora se deva ter em conta que o objetivo é nacional, pelo que deverá ser visto sempre integrado no universo das diversas regiões do país).

#### Componentes do Sistema de Drenagem e Tratamento de Águas Residuais

Na área abrangida pelo Plano, foram identificados, no total, 1 239 sistemas de drenagem de águas residuais, sendo a maioria dos sistemas de pequena dimensão, servindo população inferior a 2 000 hab.eq.. Este facto poderá dever-se, em parte, ao relevo mais acidentado de algumas zonas, o que potencia uma maior dispersão dos aglomerados populacionais, dificultando assim a implementação de sistemas mais integrados de tratamento e com maior abrangência espacial.

A rede de drenagem implementada garante a drenagem de um volume de águas residuais de cerca de 90 000 m<sup>3</sup>/ano, sendo que o volume anual drenado é maioritariamente proveniente do sector doméstico (cerca de 90% do total), para 2008. O volume restante encontra-se distribuído pelos sectores agrícola, industrial, comercial e outros. Verifica-se igualmente, que o volume drenado em redes separativas é superior a 75%.

Foram ainda identificadas 165 estações elevatórias, 620 infraestruturas de transporte e elevação de águas residuais, nomeadamente emissários, interceptores e condutas elevatórias e 235 exutores (em 2008).

No Quadro 7.1.11 apresentam-se para a área abrangida pelo plano, o número de instalações de tratamento (Estações de Tratamento de Água e Fossas Sépticas Coletivas), a população servida e o volume anual afluente às mesmas, para o ano de 2010.

A análise do Quadro 7.1.11 permite constatar que a população servida por instalações de tratamento é de 1 085 903 hab.eq.. No total estas infraestruturas são responsáveis, ainda, pelo tratamento de um volume de águas residuais de cerca de 94 hm<sup>3</sup>.

Do número total de infraestruturas de tratamento de águas residuais existentes, a maioria corresponde a Fossas Sépticas Coletivas (604 unidades). Por sua vez, existem, na totalidade, 327 Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) na área abrangida pelo Plano, sendo 318 domésticas e 9 urbanas.

**Quadro 7.1.11 - Número de instalações de tratamento, população servida e volume afluente na área de abrangência do Plano, para o ano de referência 2010.**

	ETAR			FSC			TOTAL		
	Nº	Volume (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ano)	Pop. (hab. eq)	Nº	Volume (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ano)	Pop. (hab. eq)	Nº	Volume (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ano)	Pop. (hab. eq)
<b>Total</b>	327	90 347	981 697	604	4 165	104 206	931	94 512	1 085 903

Fonte: Dados das EG, Dados da ARH do Centro, I.P., TRH de 2010, 2009, INSAAR 2008

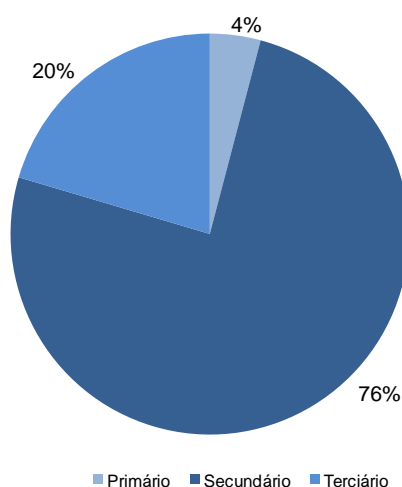


Numa análise geral, é ainda possível verificar que, embora o número de Fossas Sépticas Coletivas (FSC) seja superior, os valores de população servida e volume de água residual tratada em Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) são superiores (cerca de 90% e 95% do total, respetivamente).

Existem, 14 ETAR que servem uma população superior a 10 000 hab.eq.. Na sub-bacia do Vouga encontram-se as ETAR Norte, ETAR Sul, ETAR de Salgueiro, ETAR da Mealhada, ETAR Arcos e ETAR de Ossela. Localizadas na sub-bacia do Mondego, encontram-se as ETAR de Choupal, ETAR de Ribeira de Frades, ETAR de Pombal (Arunca), ETAR de Condeixa-a-Nova e ETAR Urbana da Figueira da Foz. Por sua vez na sub-bacia do Lis localizam-se as ETAR de Olhalvas e a ETAR Norte. A ETAR de S. Salvador encontra-se na sub-bacia do Dão.

Em termos globais e relativamente ao nível de tratamento nas instalações de tratamento de águas residuais, no Gráfico 7.1.10 apresenta-se o volume relativo tratado de águas residuais por tipo de tratamento.

Gráfico 7.1.10 - Volume Tratado de Águas Residuais (%) por tipo de tratamento (ano de referência 2010)



Fonte: Dados das EG, Dados da ARH do Centro, TRH de 2010, 2009, INSAAR 2008

No geral, verifica-se que os efluentes são maioritariamente sujeitos a tratamento secundário (o volume rejeitado sujeito a tratamento secundário é de cerca de 76%). O volume de água residual tratado em instalações com nível de tratamento primário é relativamente pequeno.

Relativamente aos pontos de rejeição, no Quadro 7.1.12 apresenta-se o número dos pontos de rejeição das águas residuais por tipo, nomeadamente sem tratamento e após tratamento, a população servida e o volume anual rejeitado, para o ano de 2010.

Uma análise global permite constatar que na área do plano em questão ocorrem 17 pontos de rejeição com descarga direta, sem tratamento, no meio recetor. No entanto, o volume



descarregado sem tratamento é, em termos relativos, reduzido (menos de 1% do volume rejeitado após tratamento), nomeadamente no que respeita a tempo seco.

**Quadro 7.1.12 - Número de pontos de rejeição, população servida e volume rejeitado na área de abrangência do Plano, para o ano de referência 2010.**

	Descarga Direta			Descarga com Tratamento			TOTAL		
	Nº	Volume (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ano)	Pop. (hab. eq)	Nº	Volume (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ano)	Pop. (hab. eq)	Nº	Volume (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ano)	Pop. (hab. eq)
<b>Total</b>	17	<b>684</b>	14 004	931	94 450	1 085 903	948	95 134	1 099 907

Fonte: Dados das EG, INSAAR 2008

Note-se que, os pontos de descarga direta apresentam uma maior densidade em zonas onde o relevo é mais acidentado, o que potencia uma maior dispersão dos aglomerados populacionais, dificultando assim a implementação de sistemas mais integrados de tratamento e com maior abrangência espacial.

## 7.1.9. Análise de riscos e perigos

### 7.1.9.1. Alterações climáticas

Apesar da questão das alterações climáticas não ser explicitamente mencionada na DQA, o princípio da precaução recomenda uma avaliação preliminar dos seus impactos prováveis, no sentido de assegurar a sustentabilidade dos investimentos e das decisões e de identificar possíveis medidas de adaptação.

As alterações climáticas têm um impacto direto no regime temporal e espacial de ocorrência e disponibilidade dos recursos hídricos, na qualidade da água e no risco de ocorrência de cheias e secas, o que condiciona não só o desenvolvimento das atividades humanas, mas também a qualidade dos ecossistemas. Por outro lado, os impactos indiretos resultantes de transformações das atividades económicas e sociais podem agravar as pressões sobre o meio hídrico, através de um aumento da procura de água ou da quantidade de poluentes afluentes às massas de água.

A análise efetuada no âmbito do PGBH baseia-se nos 18 exercícios de simulação desenvolvidos pelo projeto ENSEMBLES, que avaliou as tendências de evolução das variáveis com impacto direto nos recursos hídricos disponíveis, nomeadamente a precipitação, a temperatura e o escoamento, para o curto (2020), médio (2050) e longo (2100) prazos.

Apesar da incerteza, todos os cenários e estudos apresentados são unânimes ao prever de que ao longo do século XXI, as bacias dos rios Vouga, Mondego e Lis integradas na região hidrográfica 4 deverão sofrer um aumento da temperatura média anual e uma diminuição da precipitação média anual e do escoamento, mais acentuadas no verão. Até 2020, e tendo como referência o período 1950-1980, a temperatura do ar poderá aumentar até um máximo de 1°C no verão, e a precipitação anual poderá reduzir-se no máximo 10%.





A prevista concentração da precipitação no inverno poderá aumentar a frequência e magnitude dos fenómenos extremos, em particular, chuvadas fortes e consequentemente inundações. Por outro lado, o aumento da temperatura e a redução da precipitação, previstos para o verão, poderá agravar o risco de secas.

Os estudos preveem uma subida do nível médio do mar a uma taxa média entre 1,9 e 3,4 mm/ano, o que contribuirá para um agravamento das condições do litoral e terá consequências relevantes para os recursos hídricos, salientando-se a salinização dos aquíferos costeiros e o aumento do risco de cheias nos troços próximos da foz dos cursos de água. Acresce ainda a redefinição das massas de águas costeiras e de transição, o aumento da erosão costeira devido ao transporte mais intenso de sedimentos marinhos e a um aumento na altura das ondas e, consequentemente, na energia por elas transportada. O aumento da amplitude de maré em estuários e lagoas costeiras resultará em alterações de ordem morfológica nas margens e fundos e de ordem biológica causados pela alteração da salinidade. No caso particular da ria de Aveiro, as simulações preveem uma subida do nível médio das águas do mar de cerca de 0,34 m em 2100, o que acarretará a intensificação dos padrões de assoreamento e de erosão existentes na sua embocadura. A ria de Aveiro atualmente já sofre de um défice sedimentar devido à redução do fornecimento de sedimentos do rio Douro, situação que pode agravar-se a médio-longo prazo devido à diminuição da precipitação e ao aumento dos episódios e duração das secas que provocarão uma redução ainda maior dos sedimentos fluviais que chegam à costa.

#### **7.1.9.2. Cheias (áreas inundáveis)**

No que respeita à identificação das principais zonas de risco de inundação em consequência de cheias naturais, a informação utilizada foi a seguinte:

- Áreas inundáveis assinaladas nos Planos Diretores Municipais (PDM).
- Áreas inundáveis identificadas nos Planos de Bacia Hidrográfica do Mondego, Vouga e Lis.
- Áreas inundáveis, para a cheia centenária, fornecidas diretamente pela equipa do Projeto de Controle de Cheias, do INAG que, por sua vez se baseou em estudos específicos por si realizados ou encomendados.

Em resultado do cruzamento desta informação, foram assinaladas as áreas em que, quer por conhecimento de cheias históricas, quer por estudos que permitiram definir limites para a cheia centenária, se consideram em risco potencial significativo de inundações.

Esta análise foi limitada a zonas em que, reconhecidamente, as cheias históricas têm provocado danos patrimoniais e humanos significativos.

As áreas com estas características na bacia do rio Vouga, estão assinaladas na Figura 7.1.3 e são as seguintes:

- Zonas urbanas existentes nas margens do rio Águeda, entre a cidade de Águeda e a confluência com o rio Cértima
- Zonas urbanas existentes nas margens do rio Cértima, entre a Mealhada e a confluência com o rio Águeda.
- Zonas urbanas nas margens do rio Serra, entre Vila Nova de Monsarros e a confluência com o rio Cértima.
- Zonas urbanas nas margens do rio Vouga entre a povoação do Carvoeiro e a ria de Aveiro.
- As áreas com estas características na bacia do rio Mondego são as seguintes:
- Zonas urbanas existentes nas margens do rio Mondego entre as zonas urbanas de Coimbra e Figueira da Foz.
- Zonas urbanas existentes nas margens do rio Arunca entre Soure e a confluência com o rio Mondego.
- Zona urbanas existentes nas margens do rio Pranto entre Casal da Rola e a confluência com o rio Mondego.
- Zonas urbanas existentes nas margens do rio da Foja entre Santana e a confluência com o rio Mondego.
- Zona urbana de Pombal, na confluência do ribeiro do Vale com o rio Arunca.
- As áreas com estas características na bacia do rio Lis são as seguintes:
- Zonas urbanas existentes nas margens do rio Lis e dos seus afluentes entre as zonas urbanas de Leiria e Coimbrão.
- Zona urbana na margem da ribeira do Porto Longo junto à povoação de Carreira.

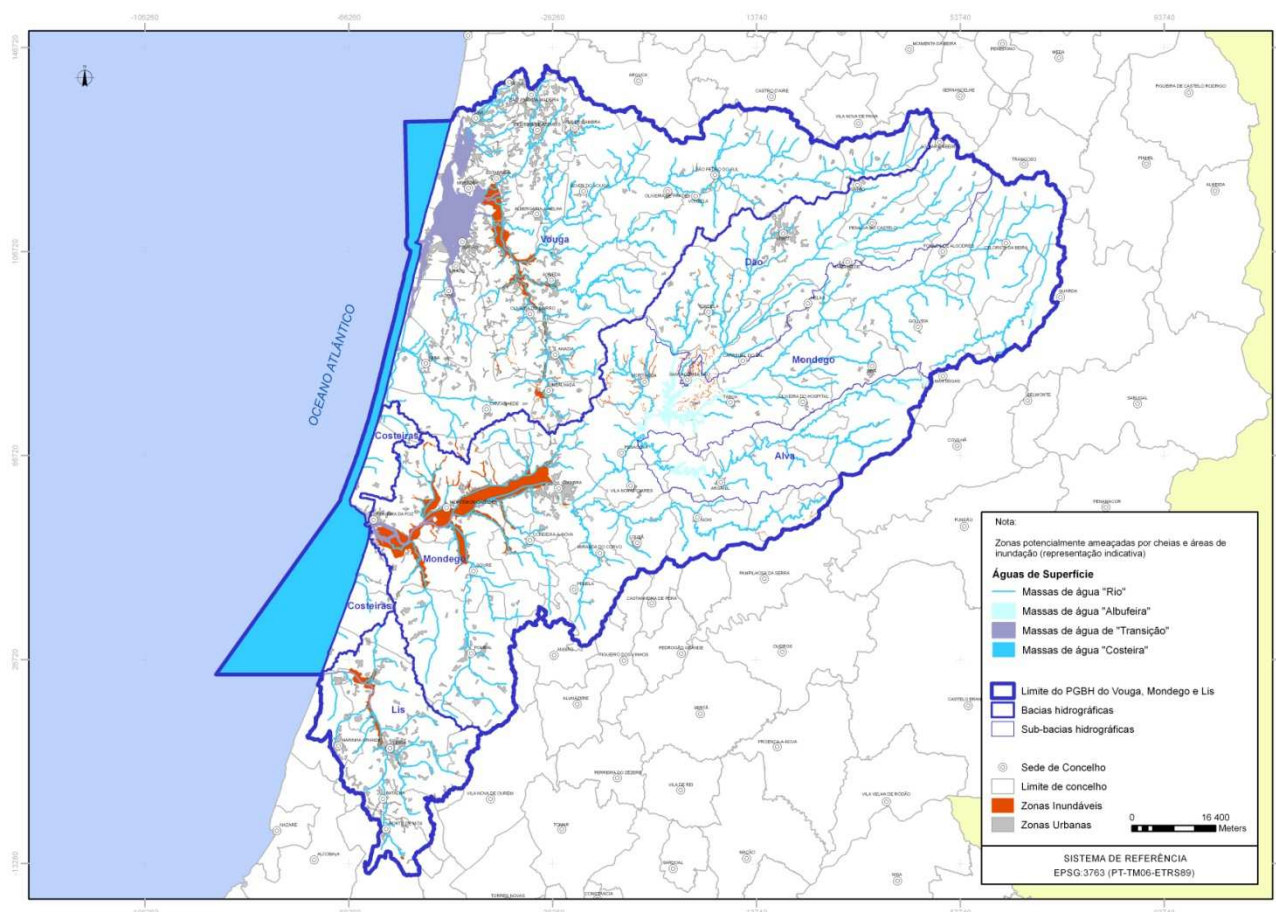


Figura 7.1.3 – Áreas com risco de inundação

### 7.1.9.3. Secas

No âmbito do presente trabalho, a análise de secas foi realizada pela determinação de índices de seca que caracterizam os défices hídricos, mais concretamente pelo índice de precipitação padronizada, SPI (*standardized precipitation index*), que associa a precipitação a diferentes escalas temporais valores numéricos suscetíveis de serem comparados entre regiões com climas bastante distintos (SANTOS, *et. al.*, 2010).

As escalas de tempo que foram analisadas no âmbito do presente trabalho são 3, 6 e 12 meses. As escalas inferiores a 6 meses permitem analisar a seca meteorológica e agrícola e a escala de 12 meses permite observar a seca hidrológica.

Para determinar o valor do índice SPI para 3, 6 e 12 meses recorreu-se aos valores de precipitação mensal para cada estação e aplicou-se um programa de cálculo automático especificamente desenvolvido para o efeito.

Com o objetivo de proporcionar uma caracterização, embora necessariamente sintética, da seca obteve-se, para as diferentes escalas temporais utilizadas no cálculo do SPI, a série cronológica de valores ponderados de SPI para a área definida pelo PGBH que caracteriza temporalmente o fenómeno. Para o efeito, aplicaram-se às séries de valores do índice nos

diferentes postos coeficientes de ponderação, concretamente, os pesos estimados de acordo com o método de Thiessen.

A partir da série ponderada obteve-se o intervalo médio de ocorrência entre secas. Tal intervalo aumenta com o aumento da escala temporal do SPI rondando os 20 meses para SPI3 e cerca de 46 meses para SPI12, o que sugere que a deficiência de precipitação não persiste ao longo do tempo. Ou seja, o sistema hidrológico acaba por “recuperar” o défice de precipitação em relação a condições médias. O aumento do intervalo em causa está também patente nas figuras referentes às séries cronológicas de valores ponderados de SPI.

#### **7.1.9.4. Erosão Hídrica e Transporte Sólido**

##### **■ Erosão hídrica e produção de sedimentos**

A análise da erosão hídrica nas bacias do rio Mondego e do rio Vouga foi baseada no Plano Específico de Gestão de Extração de Inertes em Domínio Hídrico nas Bacias do Mondego e do Vouga (doravante designado por PEGEI), do INAG, apresentando-se nos quadros seguintes os valores de produção de sedimentos e de caudais sólidos totais obtidos nessas duas bacias.

No que respeita ao troço regularizado do Baixo Mondego, entre Coimbra e a entrada do estuário, concluiu-se que os valores médios anuais dos caudais sólidos totais variam entre cerca de 100.000 m<sup>3</sup>/ano em Coimbra e cerca de 140.000 m<sup>3</sup>/ano à entrada do estuário.

Para a bacia do rio Vouga, concluiu-se que, na situação atual, antes da eventual construção barragem de Ribeiradio, os caudais sólidos fluviais totais anuais variam, aproximadamente, entre 90.000 m<sup>3</sup>/ano na secção de Ribeiradio, 140.000 m<sup>3</sup>/ano na secção a montante da confluência com o rio Águeda e 240.000 m<sup>3</sup>/ano numa secção próximo da foz (na ponte da EN16).

Para a situação futura, após a construção da barragem de Ribeiradio, a qual reterá praticamente a totalidade dos sedimentos afluentes à sua albufeira, o caudal sólido na secção de Ribeiradio (logo a jusante) passará para 0 m<sup>3</sup>/ano, estimando-se que passará para cerca de 50.000 m<sup>3</sup>/ano na secção a montante da confluência com o Águeda e para cerca de 140.000 m<sup>3</sup>/ano na secção da ponte da EN16.



Quadro 7.1.13 - Produções de sedimentos e caudais sólidos totais na bacia do rio Mondego

	Secção de cálculo	Área da bacia (km <sup>2</sup> )	Erosão específica média ponderada (ton/km <sup>2</sup> /ano)	CPS (%)	Produção de sedimentos (m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /ano)	Caudal sólido total médio anual (m <sup>3</sup> /ano)
1	Rio Mondego na secção da barragem da Aguireira	3063,7	991	8,0	45	137 978
2	Rio Mondego imediatamente a montante da foz do rio Alva	255,9	1 512	8,0	69	17 590
3	Rio Alva na secção da barragem de Fronhas	641,9	1 918	8,0	87	55 949
4	Rio Alva imediatamente a montante da sua foz	68,3	1 907	8,0	87	5 921
5	Rio Mondego imediatamente a montante da foz do rio Ceira	454,2	1 597	8,0	73	32 972
6	Rio Ceira imediatamente a montante da sua foz	734,0	1 856	8,0	84	61 913
7	Rio Mondego na secção do açude ponte de Coimbra	1221,5	1 732	8,0	79	96 192
8	Rio Mondego imediatamente a montante da foz do rio Ega	1671,1	1 425	8,0	65	108 215
9	Rio Ega imediatamente a montante da sua foz	178,7	600	8,0	27	4 873
10	Rio Ega em Ponte de Casével	144,1	673	8,0	31	4 406
11	Rio Mondego imediatamente a montante da foz do rio Arunca	1852,7	1 343	8,0	61	113 110
12	Rio Arunca imediatamente a montante da sua foz	562,0	663	8,0	30	16 944
13	Rio Arunca em Ponte de Mocate	467,2	706	8,0	32	14 991
14	Ribeira de Ançã em Ançã	57,0	227	8,0	10	588
15	Ribeira de Vale Travesso em Gândara	41,7	514	8,0	23	975
16	Rio Foja imediatamente a montante da sua foz	129,0	139	8,0	6	814
17	Rio Mondego imediatamente a montante da foz do rio Foja	2466,6	1 169	8,0	53	131 108
18	Rio Foja na ponte da EN347	77,8	138	8,0	6	488
19	Rio Mondego imediatamente a montante da ilha de Murraceira	2888,3	1 052	8,0	48	138 108

Fonte: Plano Específico de Gestão de Extração de Inertes em Domínio Hídrico nas Bacias do Mondego e do Vouga. Relatório da 1ª Fase. CENOR/DHV(2004).

Quadro 7.1.14 – Produções de sedimentos e caudais sólidos totais na bacia do rio Vouga (situação atual)

	Secção de cálculo	Área da bacia (km <sup>2</sup> )	Erosão específica média ponderada (ton/km <sup>2</sup> /ano)	CPS (%)	Produção de sedimentos (m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /ano)	Caudal sólido total médio anual (m <sup>3</sup> /ano)
1	Rio Vouga na secção da barragem de Ribeiradio	938,5	2 150	8,0	98	91 707
2	Rio Vouga imediatamente a montante da foz do rio Caima	1053,9	2 242	8,0	102	107 423
3	Rio Caima imediatamente a montante da sua foz	197,9	3 529	8,0	160	31 748
4	Rio Vouga imediatamente a montante da foz do rio Águeda	1351,0	2 328	8,0	106	142 980
5	Rio Águeda imediatamente a montante da sua foz	972,1	2 075	8,0	94	91 680
6	Rio Águeda imediatamente a montante da foz do rio Cértima	427,3	4 113	8,0	187	79 872
7	Rio Cértima imediatamente a montante da sua foz	538,8	478	8,0	22	11 706
8	Rio Águeda imediatamente a jusante da foz do rio Alfusqueiro	377,5	4 590	8,0	209	78 774
9	Rio Cértima imediatamente a montante da foz da ribeira do Pano	478,2	508	8,0	23	11 032
10	Ribeira do Pano imediatamente a montante da sua foz	57,9	238	8,0	11	627
11	Rio Cértima imediatamente a montante da foz do rio Levira	358,6	593	8,0	27	9 662
12	Rio Levira imediatamente a montante da sua foz	106,8	244	8,0	11	1 184
13	Rio Cértima na ponte da EN609	296,2	656	8,0	30	8 829
14	Rio Vouga na ponte da EN16	2417,5	2 149	8,0	98	236 170

Fonte: Plano Específico de Gestão de Extração de Inertes em Domínio Hídrico nas Bacias do Mondego e do Vouga. Relatório da 1ª Fase, CENOR/DHV(2004).



**Quadro 7.1.15 – Produções de sedimentos e caudais sólidos totais na bacia do rio Vouga (situação futura, com a construção da barragem de Ribeiradio)**

	Descrição	Área da bacia (km <sup>2</sup> )	Erosão específica média ponderada (ton/km <sup>2</sup> /ano)	CPS (%)	Produção de sedimentos (m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /ano)	Caudal sólido total médio anual (m <sup>3</sup> /ano)
1	Rio Vouga na secção da barragem de Ribeiradio	938,5	2 150	8,0	98	91 707
2	Rio Vouga imediatamente a montante da foz do rio Caima	115,3	2 998	8,0	136	15 716
3	Rio Caima imediatamente a montante da sua foz	197,9	3 529	8,0	160	31 748
4	Rio Vouga imediatamente a montante da foz do rio Águeda	412,5	2 735	8,0	124	51 274
5	Rio Águeda imediatamente a montante da sua foz	972,1	2 075	8,0	94	91 680
6	Rio Águeda imediatamente a montante da foz do rio Cértima	427,3	4 113	8,0	187	79 872
7	Rio Cértima imediatamente a montante da sua foz	538,8	478	8,0	22	11 706
8	Rio Águeda imediatamente a jusante da foz do rio Alfusqueiro	377,5	4 590	8,0	209	78 774
9	Rio Cértima imediatamente a montante da foz da ribeira do Pano	478,2	508	8,0	23	11 032
10	Ribeira do Pano imediatamente a montante da sua foz	57,9	238	8,0	11	627
11	Rio Cértima imediatamente a montante da foz do rio Levira	358,6	593	8,0	27	9 662
12	Rio Levira imediatamente a montante da sua foz	106,8	244	8,0	11	1 184
13	Rio Cértima na ponte da EN609	296,2	656	8,0	30	8 829
14	Rio Vouga na ponte da EN16	1478,9	2 149	8,0	98	144 463

Fonte: Plano Específico de Gestão de Extração de Inertes em Domínio Hídrico nas Bacias do Mondego e do Vouga. Relatório da 1ª Fase, CENOR/DHVFBO (2004).



Para a bacia do rio Lis, a análise da erosão específica foi feita a partir do anterior Plano de Bacia Hidrográfica, segundo o qual foram obtidos os valores de erosão específica e produção de sedimentos que se sintetizam no quadro seguinte.

**Quadro 7.1.16 - Erosão específica na bacia do rio Lis**

	Secção de cálculo	Área da bacia (km <sup>2</sup> )	Erosão específica média ponderada (ton/km <sup>2</sup> /ano)	Produção de sedimentos (ton/km <sup>2</sup> /ano)
1	E.H. Açude de Arrabalde (15E/05)	236	1 035	176
2	E.H. Ponte das Mestras (15E/03)	159	1 245	53
3	E.H. Monte Real (14D/03)	619	474	15
4	Foz do Lis	837	335	46

*Adaptado do Relatório Final do Plano de Bacia Hidrográfica do rio Lis (2001).*

#### ■ Transporte sólido

No que respeita à evolução sedimentológica e batimétrica dos leitos na bacia do rio Mondego, tendo em consideração os levantamentos e as análises realizadas no âmbito do PEGEI, concluiu-se que, no período compreendido entre 1985<sup>1</sup> e 2004, o seguinte:

- A granulometria dos sedimentos do leito manteve-se sem alterações significativas;
- Registou-se um aprofundamento quase generalizado do leito do rio, que apenas não abrangeu a área restrita da albufeira do açude-ponte de Coimbra. O referido aprofundamento, em termos médios, foi da ordem de 2 m a montante da referida albufeira e de 1 m a jusante da mesma – Gráfico 7.1.11 e Gráfico 7.1.12;
- Os aprofundamentos foram particularmente intensos na zona imediatamente a jusante do açude-ponte de Coimbra, onde existem 11 degraus de enrocamento com 0,5m de altura cada (quedas) – Gráfico 7.1.13;

Concluiu-se também, tendo por base modelações matemáticas do transporte sólido, o seguinte:

- As erosões ocorridas nas duas últimas décadas ao longo de quase todo o leito do Baixo Mondego terão tido como causa principal a extração de inertes;
- Mais exatamente se tais extrações não tivessem sido realizadas, o leito teria permanecido aproximadamente em equilíbrio, com exceção unicamente do troço que foi regularizado com degraus de enrocamento, a jusante do açude-ponte de Coimbra;

<sup>1</sup> Data aproximada de entrada em funcionamento da totalidade das obras do Projeto de Regularização do Baixo Mondego.





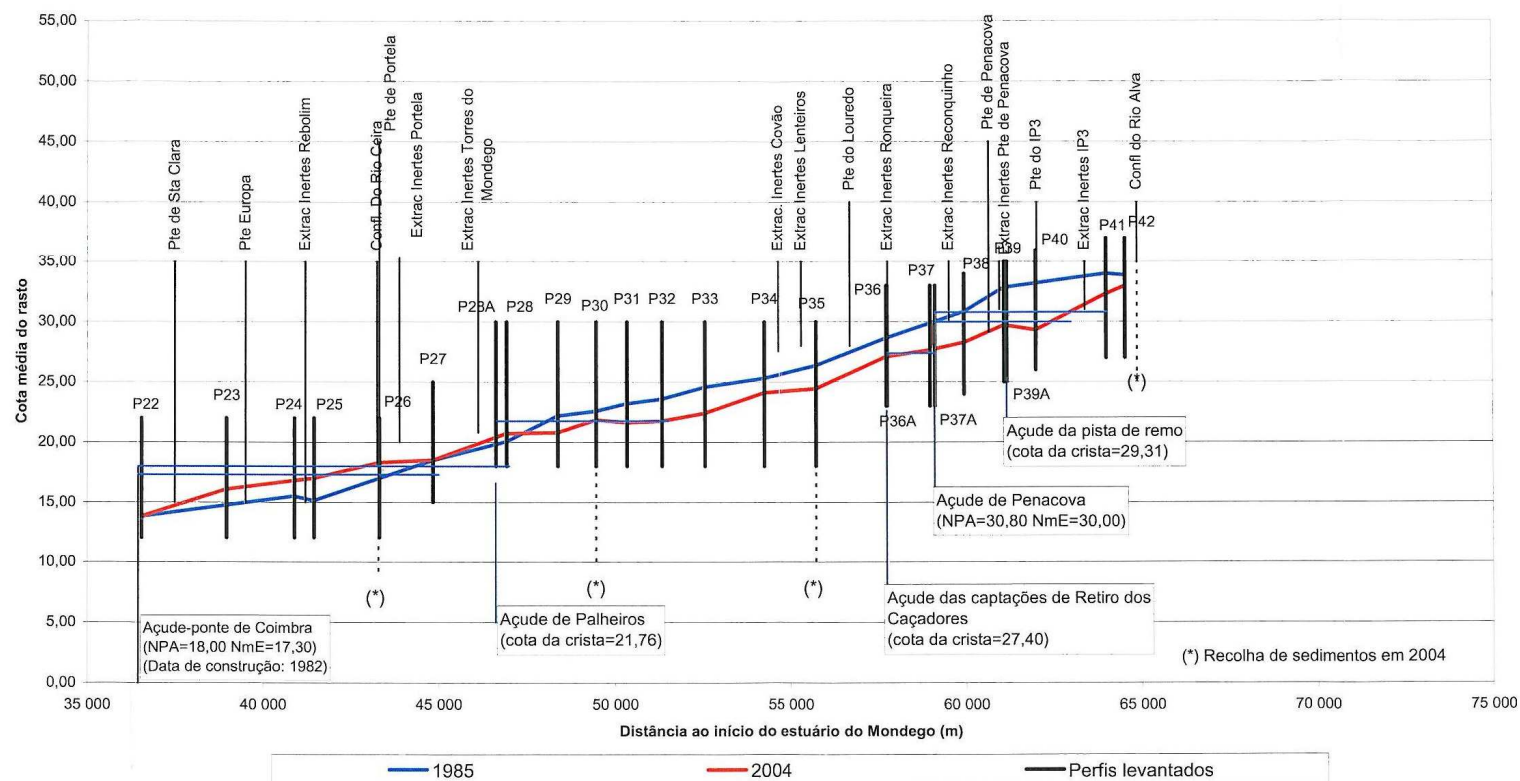
- Nestes degraus, tudo indica que a solução que foi dimensionada não funciona inteiramente como esperado, sendo o leito erodido entre quedas, mesmo que não tivessem ocorrido extrações de inertes a montante. Porém, essas extrações agravaram, e muito, as referidas erosões entre as quedas, colocando as mesmas à beira da ruína – Gráfico 7.1.13;
- Mesmo se, durante as próximas duas décadas, não forem realizadas mais extrações de inertes no Baixo Mondego, a recuperação do leito do rio será lenta, incipiente e distribuir-se-á de forma não uniforme;
- A erosão na zona do rio que está regularizada com degraus tenderá a continuar, não bastando parar as extrações de inertes para inverter o fenómeno.

Mais recentemente, em 2008, foi realizado para a CCDRC o “Projeto de Desassoreamento da Albufeira do Açude-Ponte de Coimbra”, CENOR/DHV (2008), segundo o qual foram tiradas as seguintes conclusões, para o período compreendido entre 2004 e 2008, para a área da albufeira e troço de rio a jusante do açude, na zona das quedas:

- A evolução do leito do rio foi pouco significativa, mantendo-se as quedas como “ilhas” fixas dentro de uma superfície de erosão generalizada.
- Em termos de balanço de volumes ocorreu assoreamento, tanto na albufeira do açude-ponte de Coimbra ( $0,130 \text{ hm}^3$ ) como no troço correspondente às 11 quedas ( $0,147 \text{ hm}^3$ ). Assim, não só a erosão na zona das quedas não agravou como terá ocorrido uma ligeira recuperação.

Foram analisados, no PEGEI, o rio Vouga e o seu principal afluente (rio Águeda). Para análise da evolução da batimetria dos leitos, dispôs-se apenas de um levantamento anterior (datado da década de 80) que abrangeu unicamente o troço final do rio Vouga. Concluiu-se que, nesse troço em particular, não ocorreu variação sensível da posição dos fundos ao longo do período de 20 anos compreendido entre a década de 80 do século passado e 2004.

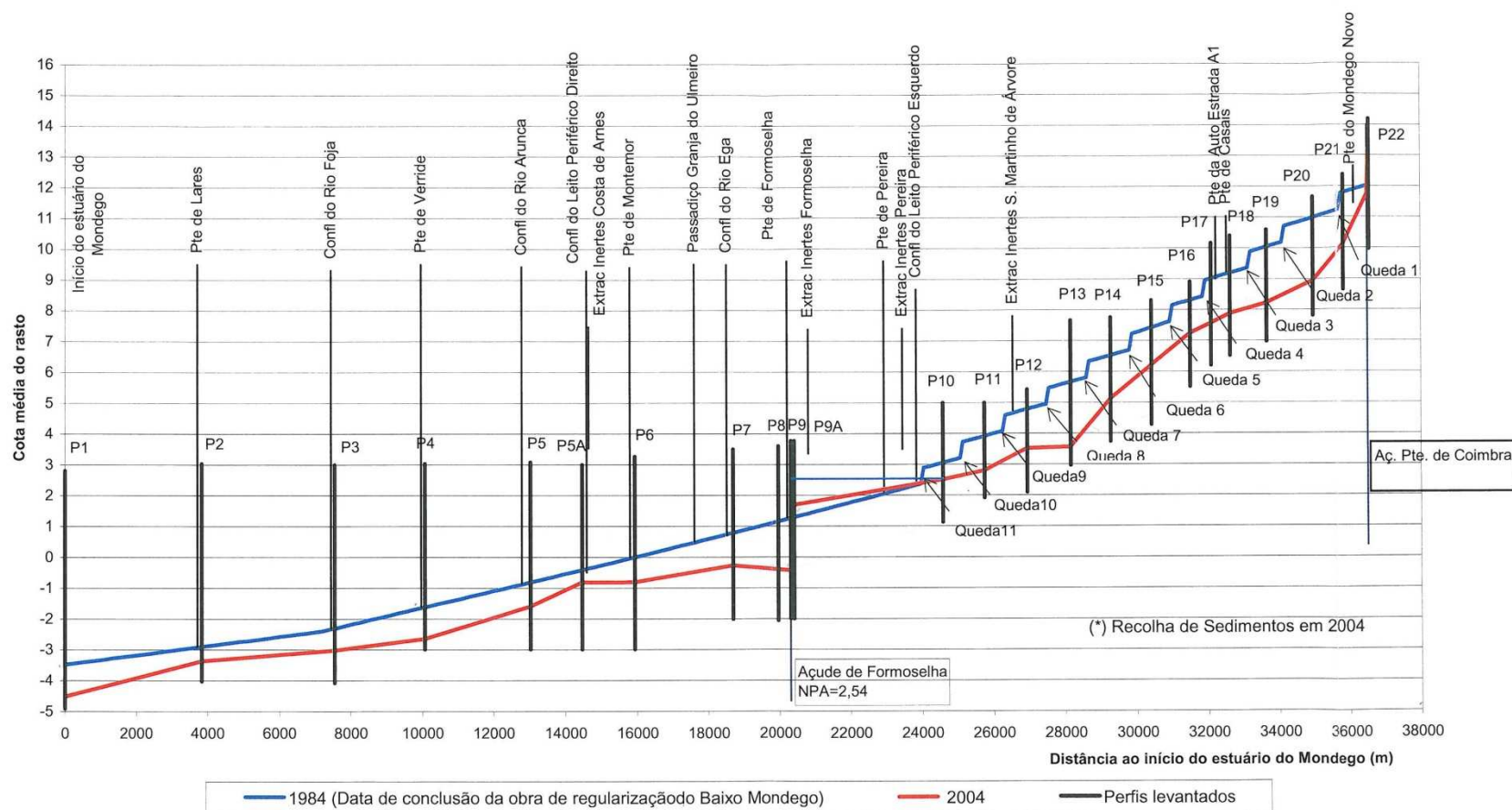
Gráfico 7.1.11 - Evolução da cota média do rasto do rio Mondego no trecho entre a foz do Alva e o açude-ponte de Coimbra



Nota: Extraído da Figura 1 do Relatório Final de Síntese do Plano Específico de Gestão de Extração de Inertes em Domínio Hídrico nas Bacias do Mondego e do Vouga, CENOR/DHV (2006).

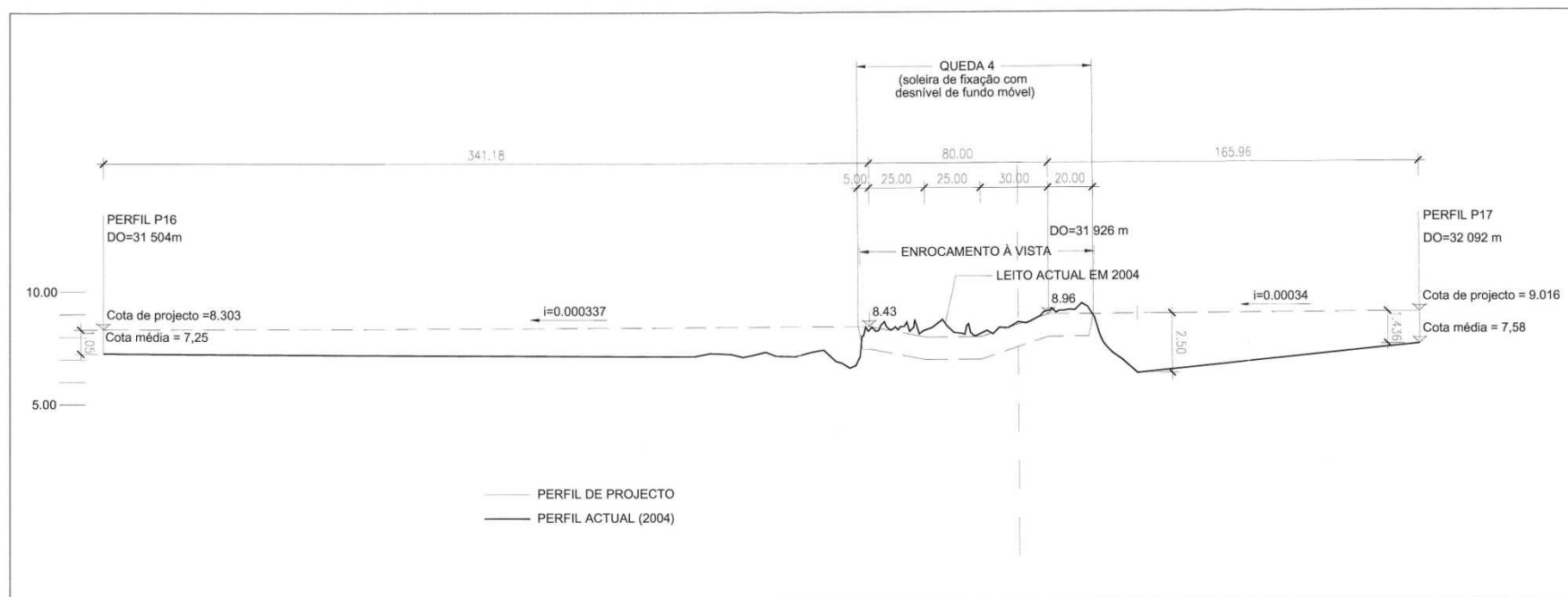


Gráfico 7.1.12 - Evolução da cota média do rasto do rio Mondego no trecho a jusante do açude-ponte de Coimbra.



Nota: Extraído da Figura 3 do Relatório Final de Síntese do Plano Específico de Gestão de Extração de Inertes em Domínio Hídrico nas Bacias do Mondego e do Vouga, CENOR/DHV (2006).

Gráfico 7.1.13 - Perfil longitudinal do rio Mondego através do degraú de enrocamento nº4.



Nota: Extraído da Figura 4 do Relatório Final de Síntese do Plano Específico de Gestão de Extração de Inertes em Domínio Hídrico nas Bacias do Mondego e do Vouga, CENOR/DHV (2006).



A modelação matemática do escoamento em leito móvel, realizada unicamente para os troços aluvionares dos rios Vouga e Águeda, apontou para as seguintes conclusões, as quais deverão ser utilizadas com reservas, devidas ao facto de não se ter disposto de elementos suficientes para calibrar e testar o modelo matemático:

RIO VOUGA:

- Troço 1, entre a futura barragem de Ribeiradio e a foz do rio Caima: tendência para assoreamento.
- Troço 2, entre as fozes do Caima e do Águeda: tendência para assoreamento, embora menos expressiva que no Troço 1.
- Troços 3 e 4, entre a foz do rio Águeda e a entrada da ria de Aveiro: situação de quase equilíbrio dinâmico.

RIO ÁGUEDA:

- Troço 1, a montante da foz do Cértima: tendência para assoreamento.
- Troço 2, a jusante da foz do Cértima: situação de quase equilíbrio dinâmico.

Ainda para o rio Vouga, a modelação realizada revelou que a eventual futura construção da barragem de Ribeiradio não irá introduzir alterações significativas, com exceção unicamente do troço entre a barragem de Ribeiradio e a foz do Caima, em que se fará sentir erosão nítida do leito.

Para o rio Lis, não existem estudos suficientes, semelhantes aos realizados nos PEGEI dos rios Mondego e Vouga (CENOR/DHV 2004), que permitam concluir acerca do estado de equilíbrio das linhas de água nessa a bacia.

#### **7.1.9.5. Erosão Costeira**

A linha de costa de todo o troço entre a barrinha de Esmoriz e S. Pedro de Moel revela, na generalidade, indícios de um processo erosivo mais ou menos intenso, com exceção de três zonas: Praia de S. Jacinto, trecho costeiro entre a praia da Tocha e o Cabo Mondego e a praia da Figueira da Foz.

Do ponto de vista de erosão costeira são áreas críticas: o troço Esmoriz – Cortegaça – Furadouro – Torreira, até ao limite norte da Praia de S. Jacinto; o trecho costeiro imediatamente a sul da Barra de Aveiro até à zona da Praia de Mira, com especial relevância para o troço entre a Costa Nova e a zona imediatamente a sul da Vagueira; o troço de costa a sul da Barra do rio Mondego até à zona de Pedrógão.

Quanto à recarga do litoral, tem-se assistido à redução significativa do contributo das fontes aluvionares (aproveitamentos hidráulicos, dragagens e obras portuárias), do que resulta um emagrecimento de praias e o recuo da faixa litoral que só poderá ser atenuado com a transposição artificial das duas barras (ria de Aveiro e Mondego) e com a reposição na faixa litoral de parte dos materiais dragados nas bacias e canais portuários dos portos de Aveiro e da Figueira da Foz (“nova” fonte de recarga do litoral).

O balanço sedimentar é negativo a Sul da barra de Aveiro, da foz do Mondego, do afloramento da Praia de Pedrógão e dos molhes da embocadura do rio Lis, com recuo significativo da linha de costa.

#### **7.1.9.6. Movimentos de massas**

Nas zonas interiores, os índices de perigosidade relacionados com movimentos de massa são elevados e muito elevados em algumas zonas das serras da Cordilheira Central e do Caramulo São elevados, ainda, nas vertentes das serras do Sicó e de Porto de Mós.

No âmbito da carta de risco do litoral, foi considerado que o cabo Mondego deveria ser deixado sobre observação e que nessa data (1998) não lhe seria ainda atribuída qualquer classificação de risco.

Já no relatório do PROT Centro – Plano Regional do Ordenamento do Território do Centro (levado a consulta pública em 2010), foi atribuída suscetibilidade elevada à zona do cabo Mondego, sendo igualmente referida a maior propensão para movimentos de massa em vertente nas morfologias da frente ocidental atlântica. São também identificados, como apresentando elevada a muito elevada suscetibilidade à erosão costeira os troços das arribas coesivas entre o Cabo Mondego e Buarcos, bem como a norte na Murtinheira relacionado com movimentos de massa em depósitos de vertente.

No Inventário de Sítios com Interesse Geológico do LNEG o cabo Mondego é referido como vulnerável, enquanto que o afloramento rochoso de Pedrógão é referido como sendo pouco vulnerável.

#### **7.1.9.7. Risco sísmico**

A sismicidade de uma área é essencialmente determinada pelo seu enquadramento geológico no contexto da tectónica de placas. A atividade tectónica responsável pela sismicidade em Portugal, caracterizada pela ocorrência de alguns sismos fortes que causaram vários danos materiais e humanos significativos deve-se, essencialmente, à localização do território nacional no enquadramento regional das placas litosféricas. Portugal continental é afetado por uma sismicidade significativa, algo fraca se considerarmos a totalidade do território, mas que é moderada a forte nalgumas regiões particulares, como na área de Lisboa e em toda a faixa litoral situada a Sul.

No que respeita à sismicidade na área do PGBH Vouga, Mondego e Lis, observa-se que a zona com maior intensidade em termos de sismicidade histórica, de grau IX na Escala de Mercalli modificada (1956) (a mesma que grande parte da região da Grande Lisboa) está localizada na parte Sul desta região, entre Porto de Mós e a Batalha. Nota-se depois uma atenuação do grau desta intensidade numa direção aproximada de SSW-NNW. Da Batalha a Soure encontra-se uma área com grau VIII; de Soure até a uma linha desenhada entre Ovar, Aveiro, Tondela e Seia está uma área com grau VII; e restante região a Norte, correspondente à área do PGBH Vouga, Mondego e Lis, tem atribuído um grau de intensidade à Escala de Mercalli Modificada de VI.



#### 7.1.9.8. Risco associado a infraestruturas

O principal risco inerente a infraestruturas hidráulicas é o da criação de ondas de cheia anormalmente intensas e súbitas, na sequência de rotura ou deficiente exploração de barragens.

Assim, a partir de uma lista com as classes de risco já atribuídas às diversas barragens portuguesas abrangidas pelo Regulamento de Segurança de Barragens (RSB) – classes I, II e III - foi elaborado um mapa com a localização e a classe de cada uma das barragens da Região Hidrográfica 4 que são abrangidas pelo RSB.

Note-se que esse mapa exclui, automaticamente, todos os pequenos açudes que têm menos de 15 m de altura máxima acima da fundação e menos de 100.000m<sup>3</sup> de armazenamento total na sua albufeira.

De uma forma simplificada, pode dizer-se que a Classe I corresponde a um risco elevado, que a Classe II corresponde a um risco significativo e que a Classe III corresponde a um risco baixo.

Na Região Hidrográfica 4 existem 33 barragens abrangidas pelo RSB.

Além das barragens cuja lista foi fornecida pelo INAG, o presente inventário inclui, também, as barragens selecionadas no âmbito do Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroelétrico (Novembro de 2007) e que se encontram já em construção ou têm contratos de concessão assinados, devendo entrar em construção nos anos de 2011 ou de 2012.

Estão nesta situação as seguintes barragens:

- Ribeiradio e Ermida no Rio Vouga
- Girabolhos e Bogueira no Rio Mondego

Pelas suas características, presumiu-se que será atribuída a Classe I a todas estas barragens.

#### 7.1.9.9. Risco de poluição accidental

##### Identificação de Perigos

A área do Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica dos rios Vouga, Mondego e Lis é condicionada pela existência de diversas atividades que, em determinadas circunstâncias específicas, podem dar origem a acidentes com repercussões graves para o meio hídrico, constituindo portanto perigos (fatores de risco). Assim, tendo em conta os possíveis impactes e consequências, consideraram-se as seguintes potenciais fontes poluidoras principais: instalações PCIP, instalações Seveso, unidades do sector químico, unidades de gestão de resíduos, lixeiras seladas, minas, estações de tratamento de águas residuais urbanas que sirvam populações superiores a 2 000 habitantes, postos de abastecimento/estações de serviço, infraestruturas de transporte de matérias perigosas, incêndios florestais, emissários submarinos e zonas portuárias.



Assim foram identificadas:

- 207 Instalações PCIP, com maior concentração na bacia do Vouga (86 instalações), na bacia do Mondego (59 instalações) e na bacia do Lis (46 instalações); no Vouga, nota-se a aglomeração de alguns núcleos distintos, com destaque para o Complexo Químico de Estarreja, enquanto na bacia do Mondego as PCIP existentes estão mais dispersas; na bacia do Lis, é notória a concentração de pecuárias, com destaque para as suiniculturas mas também alguns aviários, assim como de indústrias ligadas a rações e moagens;
- 36 Instalações Seveso, em maior número na bacia do Vouga (20 instalações);
- 55 unidades do sector químico, com maior incidência na bacia do Vouga (32 instalações);
- 6 unidades de gestão de resíduos (aterros), sendo distribuídas de forma idêntica pelas bacias do Vouga, Mondego e Lis;
- 42 lixeiras seladas, em maior número na bacia do Mondego;
- 42 minas, sendo a bacia do Mondego a que incorre num maior risco por poluição accidental considerando o número de minas e o tipo de extração mineira (das 33 minas, 28 correspondem à extração de elementos radioativos);
- 65 Estações de Tratamento de Águas Residuais com população servida superior a 2 000 habitantes, localizando-se 46 na bacia do Mondego e 14 na bacia do Vouga;
- 144 unidades de abastecimento de combustíveis, com maior incidência nas bacias do Vouga (66 instalações) e Mondego (50 instalações).

Além das instalações referenciadas, salientam-se também outras potenciais fontes de poluição accidental na área em estudo, nomeadamente os eixos de circulação de matérias perigosas. Neste contexto, destaca-se o corredor do Centro Litoral (IC2 e IC1) e a área de Coimbra.

Outro dos focos de potencial ocorrência de poluição accidental corresponde às zonas portuárias da região, designadamente os portos de Aveiro e da Figueira da Foz.

Na área do presente Plano, assume particular importância o risco de incêndios florestais, devido à conjugação de vários fatores como o abandono das atividades agrícolas, o tipo de coberto vegetal e as condições climáticas.

#### Probabilidade de ocorrência de acidentes de poluição

A definição da probabilidade de ocorrência de acidentes de poluição de cada unidade operacional que constitui um fator de risco, depende de múltiplos fatores específicos que impede o seu cálculo rigoroso com a informação disponível no âmbito do presente trabalho. Assim, na abordagem efetuada optou-se por associar a probabilidade de ocorrência de acidentes ao número de fatores de risco presentes e não à especificidade de cada fator de risco. Saliente-se que uma avaliação deste tipo permite simplificar bastante o problema mas conduz a resultados superficiais que deverão ser sempre encarados com grande reserva. Assumindo que a probabilidade de ocorrência de um acidente de poluição é proporcional ao





número de fatores de risco presentes, pode-se considerar que a um maior número de instalações ou fatores anteriormente descritos, está associada uma maior probabilidade de ocorrência de situações de poluição accidental. É de salientar que os fatores de risco considerados correspondem ao número de instalações identificadas bem como à presença nas massas de água de eixos de transporte de matérias perigosas, nomeadamente gasodutos e rede viária principal (IP, IC) e ainda à ocorrência intensiva de incêndios (considerou-se como critério uma percentagem de área ardida superior a 50%).

Como se pode observar no Quadro 7.1.17 podem-se destacar como estando sujeitas a uma maior probabilidade de acidentes de poluição as sub-bacias do Vouga e do Mondego, com a presença de 326 e 284 fatores de risco, respetivamente.

Analisando os fatores de risco ao nível das massas de água verifica-se que o Rio Vouga (PT04VOU0543) e o Rio Arunca (PT04MON0680), com 60 e 30 fatores de risco respetivamente, são as que poderão potencialmente ser mais afetadas pela poluição accidental.

Quadro 7.1.17 – Fatores de risco potencialmente geradores de poluição accidental, por bacia e sub-bacia

Bacia / Sub-Bacia	Instalações PCIP	Instalações Seveso	Unidades do sector químico	Aterros Sanitários	Lixeiras Seladas	Minas	ETAR	Estações de Serviço	Área Ardida <sup>2</sup>	Vias rodoviárias <sup>3</sup>	Gasodutos <sup>4</sup>	Instalações Portuárias	TOTAL
Alva	1	0	0	0	3	0	2	1	10	9	0	0	26
Costeiras entre o Mondego e o Lis	11	3	2	1	0	0	1	0	0	2	3	0	23
Costeiras entre o Vouga e o Mondego	2	1	2	0	1	0	1	2	2	3	0	0	14
Dão	13	2	3	1	6	6	9	6	0	14	5	0	65
Lis	46	3	7	2	2	0	3	26	0	12	2	0	103
Mondego	45	7	9	1	17	27	35	43	22	53	15	10	284
Vouga	89	20	32	1	13	9	14	66	7	39	13	23	326
<b>TOTAL</b>	<b>207</b>	<b>36</b>	<b>55</b>	<b>6</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>65</b>	<b>144</b>	<b>41</b>	<b>132</b>	<b>38</b>	<b>33</b>	<b>841</b>

<sup>2</sup> Número de massas de água em que a área ardida entre 1999 e 2009 foi superior a 50%

<sup>3</sup> Número de massas de água intercetadas por estradas da rede viária principal (IP – itinerários principais e IC – itinerários complementares), com relevância no transporte de mercadorias perigosas

<sup>4</sup> Número de massas de água intercetadas por gasodutos

### Consequências dos acidentes de poluição

No Quadro 7.1.18 apresenta-se, de uma forma geral, os potenciais riscos de acidente e impactes para o meio hídrico associados a cada uma das fontes supracitadas.

**Quadro 7.1.18 - Potenciais riscos e impactes associados a fontes de poluição**

Fonte de poluição	Risco	Impactes
Instalações PCIP	Problemas nos sistemas de tratamento dos efluentes industriais; Problemas nos sistemas produtivos aumentando as cargas poluentes nos efluentes.	Aumento do caudal e/ou carga dos efluentes descarregados, sem tratamento adequado, incrementando as cargas poluentes orgânicas e inorgânicas; Aumento de substâncias perigosas nas massas de água.
Instalações Seveso	Ocorrência de eventos excecionais (por exemplo, inundações ou sismos) que provoquem o derrame e arrastamento de matérias primas ou subprodutos, nomeadamente nos tanques de armazenamento das substâncias perigosas.	Aumento de toxicidade dos recursos hídricos devido à emissão de poluentes em concentrações inesperadas.
Unidades do sector químico	Ocorrência de problemas durante o processo produtivo; Problemas nos sistemas de tratamento dos efluentes industriais; Derrames de matérias primas ou subprodutos, nomeadamente nos tanques de armazenamento.	Escurência de substâncias químicas para as massas de água incrementando a toxicidade das massas de água.
Minas	Escurências superficiais; Infiltração de águas ácidas que resultam da lixiviação das escombrelas, eiras de lixiviação, bacias de decantação e depósitos de lamas.	Contaminação das águas subterrâneas através dos lixiviados, das descargas de sistemas de tratamento de efluentes; Possíveis contaminações com metais pesados ou elementos radioativos.
Unidades de Gestão de Resíduos	Mau funcionamento: ocorrência de problemas com rede de drenagem dos lixiviados; Ocorrência de problemas com o tratamento de lixiviados.	Aumento de carga orgânica e inorgânica, bem como de outras substâncias perigosas nas massas de água devido aos lixiviados.
Lixeiras seladas	Rompimento da selagem das lixeiras, potenciando a produção não controlada de lixiviados.	Contaminação de águas superficiais e subterrâneas, com altos valores de carga orgânica, metais e microrganismos.
Estações de Tratamento de Águas Residuais	Situações de interrupção de funcionamento, avarias graves ou funcionamento deficiente, resultando na descarga dos efluentes brutos ou sem o nível de tratamento adequado.	Aumento das cargas poluentes nas massas de água, como cargas orgânicas (CBO e CQO), sólidos suspensos totais, coliformes fecais, azoto e fósforo.



Fonte de poluição	Risco	Impactes
Postos de Abastecimento/ Estações de Serviço	Derrames de combustível durante a trasfega, derrames nos tanques de armazenamento de combustíveis e derrames ou rejeições de efluentes com hidrocarbonetos e outros compostos orgânicos.	Escorrência de hidrocarbonetos para as massas de água.
Infraestruturas de transporte de matérias perigosas	Derrame dos produtos transportados, resultando em poluição concentrada e imediata.	Escorrências para as massas de águas das substâncias perigosas transportadas.
Incêndios florestais	Desagregação e arrastamento de material para as linhas de água, com carreamento de sedimentos e cinzas para as massas de água.	Perda de suporte dos solos levando ao aumento da lixiviação dos mesmos e consequente aumento da contaminação; Assoreamentos e redução das secções de vazão.
Emissários submarinos	Mau funcionamento, rotura na proteção, ocasionando a descarga de efluentes (nomeadamente industriais).	Contaminação das águas com matérias perigosas e contaminação microbiológica.
Zonas portuárias	Derrame de combustível, de óleos e de matérias perigosas transportadas pelos navios.	Contaminação das águas por matérias perigosas e por hidrocarbonetos.

## 7.1.10. Zonas protegidas

### 7.1.10.1. Zonas designadas para a captação de água de superfície ou água subterrânea destinada ao consumo humano

#### 7.1.10.1.1. Águas Superficiais

A delimitação e a designação de zonas protegidas para captação de água destinada ao consumo humano está a ser ultimada, tendo em conta os critérios definidos na Diretiva Quadro da Água.

Com efeito, a análise das potenciais zonas protegidas consistiu no cruzamento entre os dados de base da vertente física do INSAAR 2008, respeitantes às captações de água superficiais, e as bases de dados da rede de monitorização da qualidade de águas superficiais do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH).

Assim sendo, foram identificadas na área do plano de bacia hidrográfica dos rios Vouga, Mondego e Lis, 69 captações superficiais, das quais 35 estão presentes na sub-bacia do rio Mondego, e as restantes distribuídas pelas bacias do rio Vouga (16 captações), rio Alva (7 captações), rio Dão (10 captações), e o rio Lis (1 captação).

A avaliação do estado qualitativo da água captada para produção de água para consumo humano, foi efetuada nas massas de água para as quais existem dados de monitorização do SNIRH, para o ano hidrológico de 2008/2009. Na avaliação efetuada indica-se, para cada zona e para os anos com dados, a categoria de qualidade - A1; A2; A3 ou >A3 (pior que A3), em relação aos valores guia (VMR) e aos valores imperativos (VMA), conforme o Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98.

O resultado da avaliação no ano hidrológico 2008/2009 demonstrou que apenas 13 das 69 captações identificadas, são classificadas com qualidade A1, no que respeita aos valores imperativos (VMA). Estas captações localizam-se, na sua maioria, na sub-bacia do Mondego.

Em analogia, e para o mesmo período, a pior classificação (>A3) foi atribuída a 7 captações existentes nas bacias do Mondego, Vouga e Dão.

Importa ainda mencionar que nas captações associadas aos maiores volumes captados se obteve uma classificação de A1, no caso das captações localizadas no Açude Ponte Coimbra (PDH1 e PDH2) e de A2, no caso da captação do Carvoeiro, para o ano hidrológico de 2008/2009.

No que respeita aos valores guia (VMR) 14 (catorze) das captações existentes apresentam classificação pior que A3.

#### **7.1.10.1.2. Águas Subterrâneas**

Na área do PGBH Vouga, Mondego e Lis estão delimitados 67 perímetros de proteção de captações de água subterrânea destinadas ao consumo humano, entre poços furos e nascentes com a seguinte distribuição por massa de água subterrânea: Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Vouga (19), Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Lis (8), Cársico da Bairrada (3), Quaternário de Aveiro (11) Aluviões do Mondego (4), Leirosa - Monte Real (2), Vieira de Leiria - Marinha Grande (3), Lourçal (2), Cretácico de Aveiro (15).

No total, e de acordo com informações disponibilizadas pelo INSAAR 2008, são contabilizadas 1019 captações para produção de água para consumo humano, na região hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis.

#### **7.1.10.2. Zonas de proteção de espécies aquícolas de interesse económico**

No que se refere a zonas designadas para a proteção de espécies aquícolas de interesse económico foram identificadas para a região hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis 22 zonas protegidas em águas doces superficiais, sendo 14 classificadas de águas de salmonídeos e 8 de águas de ciprinídeos, ao abrigo do art.º 33.º do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto.

A avaliação do estado qualitativo das águas piscícolas foi efetuada nas massas de água para as quais existem dados de monitorização da ARH Centro, I.P, entre 2002 e 2008. Na avaliação efetuada indicam-se, para cada estação de amostragem, e conseqüentemente para cada zona protegida identificada, o cumprimento dos valores guia (VMR) e aos valores imperativos (VMA), conforme o Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto.



Da análise efetuada é possível verificar que, de um modo geral, e para a maioria dos parâmetros, as normas de qualidade impostas pelo Decreto-lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, são cumpridas, ocorrendo ocasionalmente "episódios" pontuais de incumprimento, que por vezes podem ser significativos. Contudo, no que respeita aos níveis de Azoto amoniacal, Nitritos e Zinco os valores encontram-se geralmente acima dos VMR estabelecidos.

Quadro 7.1.19 – Avaliação do estado qualitativo das águas piscícolas

Código da zona piscícola	Código da Estação de Monitorização	2006		Parâmetro responsável pelo NC		2007		Parâmetro responsável pelo NC	
		VMR	VMA	VMR	VMA	VMR	VMA	VMR	VMA
PTP28	09J/04	NC	NC	Nitritos; Azoto amoniacal; OD;	OD	NC	C	Nitritos; OD; Azoto amoniacal; SST <sup>(1)</sup> ;	OD
PTP29	09G/03	C	C	-	-	C	C	-	-
PTP30	10G/05	NC	NC	Azoto Amoniacal;	Temperatura <sup>(1)</sup>	NC	C	Azoto amoniacal;	-
PTP31 <sup>(1)</sup>	10N/01 <sup>(1)</sup>	NC	C	Nitritos; Azoto Amoniacal;	-	NC	C	Nitritos; Azoto amoniacal;	-
PTP32	11I/09	NC	C	Azoto Amoniacal; Nitritos;	-	NC	C	Nitritos; OD <sup>(1)</sup> ;CBO <sup>(1)</sup> ;	-
PTP33	13I/01	NC	C	Azoto amoniacal <sup>(1)</sup> ;	-	C	C	-	-
PTP34	12J/03	NC	NC	Azoto amoniacal; Nitritos <sup>(1)</sup> ;	Azoto Amoniacal;	C	C	-	-
PTP35	10K/01	NC	C	Azoto amoniacal <sup>(1)</sup> ; OD; CBO <sup>(1)</sup> ;	-	NC	C	SST <sup>(1)</sup> ; Azoto amoniacal <sup>(1)</sup> ; Nitritos <sup>(1)</sup> ; OD;CBO <sup>(1)</sup> ;	-
PTP53	09G/04	C	C	-	-	NC	C	Nitritos <sup>(1)</sup> ;	-
PTP54	09H/04	NC	NC	Nitritos; CBO; OD;	Temperatura <sup>(1)</sup> ; OD;	NC	NC	Nitritos; OD;	OD;
PTP55	09J/03	NC	NC	Nitritos; Azoto amoniacal; OD;	OD;	NC	NC	Nitritos; Azoto amoniacal; OD;	OD;
PTP57	11K/65	NC	NC	Nitritos; Azoto amoniacal; OD;	OD;	NC	NC	Nitritos; Azoto amoniacal; OD;	OD;
PTP58	12K/01	NC	NC	Nitritos; Azoto amoniacal; OD;	OD;	NC	NC	Nitritos; Azoto amoniacal; OD;	OD;
PTP59	11K/04	NC	NC	Nitritos; Azoto amoniacal; OD; CBO	Azoto amoniacal; OD;	NC	NC	Nitritos; Azoto amoniacal; OD;	Azoto amoniacal; OD;

Código da zona piscícola	Código da Estação de Monitorização	2006		Parâmetro responsável pelo NC		2007		Parâmetro responsável pelo NC	
		VMR	VMA	VMR	VMA	VMR	VMA	VMR	VMA
	11J/02	NC	NC	Nitritos, Azoto amoniacal; OD; CBO	OD;	NC	NC	Nitritos, Azoto amoniacal; OD;	OD;
PTP60	11H/06	NC	NC	OD, Nitritos, Azoto amoniacal;	Temperatura;	NC	NC	Azoto amoniacal; OD; SST, Nitritos, CBO	Temperatura; OD; Azoto amoniacal <sup>(1)</sup> ;
PTP61	09L/02	NC	NC	Nitritos, Azoto amoniacal; OD; CBO	Azoto amoniacal <sup>(1)</sup> ; OD;	NC	NC	Nitritos, Azoto amoniacal; OD; CBO	Azoto amoniacal;
PTP62	10K/05	NC	NC	OD, Nitritos, Azoto amoniacal; CBO;	Temperatura; OD	NC	NC	SST <sup>(1)</sup> , Azoto amoniacal; CBO; Nitritos;	OD;
PTP63	10L/02	NC	NC	Nitritos, Azoto amoniacal; OD;	OD;	NC	C	Nitritos, Azoto amoniacal; OD	-
PTP64	12F/07	NC	NC	Nitritos, Azoto amoniacal; OD;	OD;	NC	NC	SST, Nitritos, Azoto amoniacal; OD;	Azoto amoniacal <sup>(1)</sup> ;
	13F/06	NC	C	Nitritos, Azoto amoniacal;	-	NC	C	SST, Nitritos, Azoto amoniacal;	-
PTP65	12F/06	NC	C	Nitritos, Azoto amoniacal; OD;	-	NC	C	Nitritos, Azoto amoniacal;	-
PTP66	10K/04	C	C	Nitritos;	-	NC	NC	OD <sup>(1)</sup> , SST <sup>(1)</sup> , Nitritos, CBO <sup>(1)</sup>	Azoto amoniacal <sup>(1)</sup> ; pH

(C) – Cumprimento das Normas de qualidade

(NC) – Não cumprimento das Normas de qualidade

(1) Parâmetro em incumprimento em apenas uma campanha mensal

A classificação das águas conquícolas, segundo os termos do art.º 41.º do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, ainda não foi efetuada para o território nacional.

A classificação das zonas de produção de moluscos bivalves assenta em critérios bacteriológicos (Teor de *Escherichia coli*) e teor em metais tóxicos (cádmio, chumbo e mercúrio), de acordo com os termos do Anexo II, capítulo II do Regulamento CE n.º 854/2004 de 29 de Abril, Regulamento CE n.º 2073/2005 de 15 de Novembro, Regulamento CE n.º 1441/2007 de 5 de Dezembro, Regulamento CE n.º 1021/2008 de 17 de Novembro, Regulamento CE n.º 1881/2006 de 19 de Dezembro e Regulamento CE n.º 629/2008 de 2 de Julho.



Quadro 7.1.20 – Classificação das zonas de produção de moluscos bivalves para as bacias hidrográficas do Vouga, Mondego e Lis

Zonas de Produção	Classe		Observações
	2008	2010	
L4 Litoral Nazaré-Figueira da Foz	A	A	Classificação provisória em 2010
L3 Litoral Aveiro	A	A	Classificação provisória em 2010
EMN1 Braço Norte	C	C	-
EMN2 Braço Sul	C	C	Proibida em 2008 num troço da zona de Produção
RIAV1 Triângulo das Correntes - Moacha	B	B	-
RIAV2 Canal de Mira	B	B	-
RIAV3 Canal Principal - Espinheiro	C	C	-
RIAV4 Canal de Ílhavo	C	C	-

Verifica-se que apenas as zonas de produção em águas costeiras (L3 e L4) apresentam-se com Classe A. Contudo, é de referir que em 2010 a classificação é provisória devido a ausência de pesca de moluscos bivalves em ambas as zonas, de acordo com o Despacho n.º 14515/2010 de 17 de Setembro.

Para as águas de transição destacam-se as zonas de produção Triângulo das Correntes – Moacha (RIAV1) e Canal de Mira (RIAV2) com classe B. As restantes zonas de produção estuarinas apresentam classe C, sendo que em 2008, a zona do Braço Sul (EMN2) apresentou um troço onde foi proibida a apanha de molusco, mais precisamente, o troço entre o canal da lota e a extremidade sul do porto de pesca local da Gala.

### 7.1.10.3. Massas de Água designadas como águas de recreio

As zonas protegidas designadas como águas de recreio são as águas balneares identificadas no âmbito da Diretiva 76/160/CEE, do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, ou da Diretiva 2006/7/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de Fevereiro, relativa à gestão da qualidade das águas balneares e transposta para o direito nacional pelo Decreto-Lei n.º 135/2009 de 3 de Junho.

O Decreto-Lei n.º 135/2009, de 3 de Junho, estabelece o regime de identificação, gestão, monitorização e classificação da qualidade das águas balneares e de prestação de informação pública sobre as mesmas, e prevê que a identificação das águas balneares e a fixação da época balnear sejam efetuadas, anualmente, por uma única portaria.

No ano de 2010, a identificação de águas balneares costeiras e de transição foi efetuada pela Portaria n.º 267/2010 de 16 de Abril, que estabeleceu para a área em estudo 50 águas balneares (29 costeiras ou de transição e 21 interiores) associadas a um total de 23 massas de água. Para além destas, é de referir ainda a existência de quatro águas balneares localizadas na sub-bacia Costeiras entre o Douro e o Vouga, pertencentes à área de jurisdição da Administração da Região Hidrográfica Centro (massa de água da Barrinha de Esmoriz).



As águas de recreio foram classificadas, para o ano de 2010, ao abrigo da Diretiva 2006/7/CE, de 15 de Fevereiro transposta pelo Decreto-Lei nº 135/2009, de 3 de Junho. A grande maioria atinge a classificação de “Excelente”, designadamente em 46 águas balneares (33 costeiras e 13 interiores), o que representa cerca de 85% do total. Obtém-se ainda as classificações apresentadas de seguida, com referência aos parâmetros responsáveis (EI - Enterococos intestinais, EC - *Escherichia coli*):

- “Boa” – 7 águas balneares interiores:
  - Parâmetro responsável - EI: Coja, Piódão, Pomares (concelho de Arganil), Aldeia Viçosa (concelho da Guarda), Alvôco das Várzeas (concelho de Oliveira do Hospital),
  - Parâmetro responsável - EC: Rio Caima-Burgães (concelho de Vale de Cambra);
  - Parâmetros responsáveis - EC, EI: Canaveias (concelho de Góis);
- “Aceitável” – 1 água balnear interior:
  - Parâmetros responsáveis - EC, EI: Avô (concelho de Oliveira do Hospital).

Em termos de objetivos, todas as águas balneares devem ser classificadas como “Aceitável” até ao final da época balnear de 2015. A avaliação efetuada nesta região hidrográfica permite concluir que já se cumpre esse objetivo, devendo porém ser tomadas as medidas que se considerem adequadas para manter ou aumentar o número de águas balneares interiores classificadas como “Excelente” ou “Boa”.

#### **7.1.10.4. Zonas vulneráveis em termos de nutrientes**

Na área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis estão delimitadas duas zonas vulneráveis: Estarreja-Murtosa e Litoral Centro.

A zona vulnerável Estarreja-Murtosa está integralmente inserida na massa de águas subterrâneas do Quaternário de Aveiro. A rede de monitorização operacional monitoriza essencialmente captações do tipo poço, que caracterizam as camadas mais superficiais do aquífero.

A zona vulnerável do Litoral Centro está localizada nas massas de águas subterrâneas do Quaternário de Aveiro e na Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga. A rede operacional monitoriza a qualidade da água em poços que captam as formações detríticas mais superficiais.

Os resultados da avaliação das zonas vulneráveis mostraram que não podem ser classificadas como tendo um bom estado químico em relação ao parâmetro nitratos, para o período de monitorização analisado.

Normalmente, os teores médios de nitratos apresentam valores superiores nos períodos de águas altas. Todos os períodos de monitorização apresentam valores médios de NO<sub>3</sub> acima do valor de 50 mg/L.





#### 7.1.10.5. Zonas Sensíveis

O Decreto-Lei n.º 198/2008, de 8 de Outubro, que representa a terceira alteração ao Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de Junho, aprova a revisão da identificação de zonas sensíveis, e respetivas áreas de influência, para águas doces superficiais, estuários e águas costeiras.

Com o objetivo de permitir o cumprimento do disposto na legislação comunitária, os critérios aplicados para identificação de zonas sensíveis visaram, essencialmente, o combate à *eutrofização* e a necessidade de adotar um tratamento mais avançado do que o tratamento secundário.

Na área de intervenção do PGBH do Vouga, Mondego e Lis existem 3 (três) zonas sensíveis, uma das quais designada pelo *Critério de Eutrofização* (Albufeira da Aguieira). As restantes duas zonas sensíveis encontram-se no rio Vouga, identificada pela Diretiva 78/659/CEE ( $\text{NH}_4^+$ ), e no Estuário do Mondego, identificada pela Diretiva 91/492/CEE (Coli).

De acordo com o critério de eutrofização do INAG, I.P., bem como o Índice de Carlson, conclui-se que o grau de eutrofização da Albufeira da Aguieira, para o ano de 2010, corresponde ao estado “eutrófico”.

### 7.2. Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas

#### 7.2.1. Poluição Tópica

##### 7.2.1.1. Águas Superficiais

No âmbito da caracterização das pressões naturais e incidências antropogénicas significativas, procedeu-se à estimativa das cargas associadas às principais fontes de poluição tóxica para as massas de água superficiais, designadamente no que respeita a:

- Efluentes Urbanos;
- Efluentes Industriais;
- Efluentes provenientes de explorações pecuárias.

Interessa referir que a quantificação das cargas poluentes foi efetuada sobretudo para os poluentes orgânicos ( $\text{CBO}_5$  e  $\text{CQO}$ ), de nutrientes (azoto e fósforo totais) e de sólidos suspensos totais. Para outro tipo de poluentes, como sejam as substâncias prioritárias e outros poluentes específicos, não se dispõe de dados de auto-controlo que permitam quantificar a sua emissão por fonte poluente, nem de elementos que viabilizem a sua estimativa com recurso a coeficientes bibliográficos. Desta forma, a determinação das cargas para este tipo de parâmetros baseia-se nos dados reportados no âmbito do Registo Europeu das Emissões e Transferências de Poluentes (E-PRTR), relativamente às emissões efetuadas para a água.

Os coeficientes específicos utilizados na estimativa das cargas poluentes associados às instalações que não possuem dados de auto-controlo apresentam-se no quadro seguinte.

**Quadro 7.2.1 – Coeficientes específicos utilizados na estimativa das cargas poluentes, por tipo de pressão**

Origem da Carga Poluente	Unidade	Coeficientes Específicos											
		SST		CBO <sub>5</sub>		CQO		N <sub>total</sub>		P <sub>total</sub>		Volume	
Efluentes Urbanos <sup>(1)</sup>	hab.eq.	90	g/dia	60	g/dia	120	g/dia	10	g/dia	2	g/dia	125	L/dia
Adegas <sup>(2) (3)</sup>	kg uva processada	0.6	g	6	g	10	g	0.4	g	0.1	g	2	L
Laticínios (prod.leite) <sup>(2) (4)</sup>	m <sup>3</sup> leite processado	1.2	kg	3.9	kg	4.4	kg	0.1	kg	0.04	kg	2.8	m <sup>3</sup>
Laticínios (prod.queijo) <sup>(4) (5)</sup>	kg queijo produzido	15.6	g	76.6	g	170.3	g	2.3	g	1.6	g	14.2	L
Lagares (extração prensas) <sup>(6) (7)</sup>	ton azeitona processada	2	kg	57.0	kg	91.8	kg	0.3	kg	0.3	kg	0.6	m <sup>3</sup>
Lagares (extração contínua 3 fases) <sup>(6) (7)</sup>	ton azeitona processada	36.7	kg	27.1	kg	98.5	kg	0.7	kg	0.2	kg	1.2	m <sup>3</sup>
Lagares (extração contínua 2 fases) <sup>(6) (7)</sup>	ton azeitona processada	3.7	kg	2.7	kg	9.9	kg	0.1	kg	0.02	kg	0.12	m <sup>3</sup>
Suíniculturas <sup>(8)</sup>	animal eq.	270	g	180	g	450	g	27	g	9	g	12	L/dia

(1) Metcalf & Eddy, 2003; (2) CESL, 1984; (3) Adaptado de Pirra, 2005; (4) Adaptado de INETI, 2001; (5) Adaptado de CESL, 1984 e Soares et al., s/d; (6) Aires, 2007; (7) Adaptado de Aires, 2007 e Curinha, 2008; (8) INAG, 2000

No que concerne à outra indústria transformadora a estimativa das cargas poluentes das instalações que não reportam dados de auto-controlo no âmbito da aplicação do regime económico e financeiro dos recursos hídricos foi efectuada com recurso a coeficientes específicos associados ao nº de trabalhadores por CAE (Cartaxo *et. al*, 1985 em INAG, 2001) e a concentrações típicas dos efluentes por setor industrial (CESL, 1984 em INAG, 2001). Salienta-se, todavia, que através desta metodologia só foi possível estimar as cargas orgânicas e de sólidos suspensos totais.

Interessa também referir que foram quantificadas cargas poluentes para as aquiculturas, tendo em conta apenas os dados de auto-controlo reportados para efeitos de aplicação da TRH.

#### 7.2.1.1.1. Efluentes Urbanos

No Quadro 7.2.2 apresenta-se o número de instalações de tratamento (ETAR e FSC), bem como os pontos de rejeição direta sem qualquer tratamento, identificados com base nos elementos do INSAAR 2008 e das entidades gestoras.



**Quadro 7.2.2 – Instalações de Tratamento de Efluentes Urbanos e Pontos de Descarga Direta identificados na área do PGBH**

Bacia	Sub-Bacia	Nº Instalações (ETAR/FSC)	Pop. servida (hab.eq.)	Nº Descargas Diretas	Pop. servida (hab.eq.)
Vouga	-	116	370 766	12	13 201
Mondego	-	443	398 879	1	528
	Alva	88	23 388	0	0
	Dão	273	153 393	4	275
Lis	-	4	128 896	0	0
Costeiras entre Mondego e Lis	-	3	5 174	0	0
Costeiras entre Vouga e Mondego	-	4	7 487	0	0
<b>Total PGBH</b>		<b>931</b>	<b>1 087 983</b>	<b>17</b>	<b>14 004</b>

Fonte: Dados das EG; INSAAR 2008

Nos Quadros 7.2.3 e 7.2.4 apresentam-se as cargas estimadas por bacia hidrográfica, associadas às descargas de efluentes provenientes de instalações de tratamento de efluentes urbanos e de pontos de rejeição directa sem qualquer tipo de tratamento, respetivamente. Note-se que as eficiências de tratamento admitidas nos pontos de rejeição que não dispunham de dados de controlo analítico tiveram por base valores constantes na bibliografia da especialidade ou foram estimadas tendo em consideração o normativo legal atualmente em vigor.

**Quadro 7.2.3 - Cargas poluentes descarregadas pelas ETAR urbanas ou FSC, por bacia hidrográfica (ton/ano)**

Bacia	Sub-Bacia	SST	CBO <sub>5</sub>	CQO	N <sub>total</sub>	P <sub>total</sub>
Vouga	-	1 931	1 561	5 520	1 106	230
Mondego	-	1 317	1 215	3 954	727	137
	Alva	65	67	208	29	9
	Dão	300	307	817	182	71
Lis	-	408	89	534	262	29
Costeiras entre Mondego e Lis	-	17	6	29	13	2
Costeiras entre Vouga e Mondego	-	26	23	69	18	5
<b>Total PGBH</b>		<b>4 064</b>	<b>3 268</b>	<b>11 131</b>	<b>2 337</b>	<b>483</b>

Nota: Ano de referência 2010

Fonte: Dados das EG; Dados da ARH do Centro, I.P.; TRH 2010 e 2009; INSAAR 2008

**Quadro 7.2.4 - Cargas poluentes descarregadas diretamente nas massas de água, por bacia hidrográfica (ton/ano)**

Bacia	Sub-Bacia	SST	CBO <sub>5</sub>	CQO	N <sub>total</sub>	P <sub>total</sub>
Vouga	-	468	312	624	52	10
Mondego	-	17	12	23	2	0
	Alva	0	0	0	0	0
	Dão	7	4	9	1	0
Lis	-	0	0	0	0	0
Costeiras entre Mondego e Lis	-	0	0	0	0	0
Costeiras entre Vouga e Mondego	-	0	0	0	0	0
<b>Total PGBH</b>		<b>492</b>	<b>328</b>	<b>656</b>	<b>55</b>	<b>11</b>

Nota: Ano de referência 2010

Fonte: Dados das EG; Dados da ARH do Centro, I.P.; TRH 2010 e 2009; INSAAR 2008

Face aos resultados apresentados nos quadros anteriores verifica-se que a carga orgânica associada aos pontos de rejeição directa corresponde a cerca de 10% e 6% da carga total estimada para os parâmetros de CBO<sub>5</sub> e CQO, respetivamente. Em termos de nutrientes, a carga poluente proveniente das águas residuais não tratadas corresponde a cerca de 2% da carga total estimada para a área do PGBH.

Com vista a determinar um indicador que permita avaliar o nível de desempenho das infra-estruturas de tratamento de águas residuais, procedeu-se à determinação da carga poluente por habitante equivalente, por bacia hidrográfica (Quadro 7.2.5).

**Quadro 7.2.5 - Cargas poluentes *per capita* descarregadas nas massas de água, por bacia hidrográfica (kg/hab/ano)**

Bacia	Sub-Bacia	SST	CBO <sub>5</sub>	CQO	N <sub>total</sub>	P <sub>total</sub>
Vouga	-	5.0	4.1	14.4	2.9	0.6
Mondego	-	3.3	3.0	9.9	1.8	0.3
	Alva	2.8	2.9	8.9	1.2	0.4
	Dão	2.0	2.0	5.3	1.2	0.5
Lis	-	3.2	0.7	4.1	2.0	0.2
Costeiras entre Mondego e Lis	-	3.3	1.2	5.6	2.6	0.5
Costeiras entre Vouga e Mondego	-	3.5	3.0	9.3	2.4	0.6
<b>Total PGBH</b>		<b>3.7</b>	<b>3.0</b>	<b>10.1</b>	<b>2.1</b>	<b>0.4</b>



Tendo em consideração os resultados obtidos, verifica-se que as bacias com maior densidade populacional nem sempre correspondem às que apresentam maiores valores de densidade de carga, como é o caso da bacia do Lis. Embora esta bacia apresente a maior densidade populacional, as instalações de tratamento de efluentes urbanos apresentam eficiências de remoção superiores às das outras bacias, designadamente no que respeita aos parâmetros de contaminação orgânica.

No que concerne às substâncias prioritárias e outros poluentes específicos, de acordo com o Registo Europeu das Emissões e Transferências de Poluentes, em 2009 não há quaisquer instalações de tratamento de efluentes urbanos na área do presente plano que tenham excedido as normas de emissão para água estabelecidas no respetivo regulamento.

#### 7.2.1.1.2. Efluentes Industriais

À semelhança do procedimento adotado no caso dos efluentes urbanos, também neste caso foram admitidas eficiências de tratamento tendo em conta os valores constantes na bibliografia da especialidade. No caso das outras indústrias transformadoras, quando não existem dados de auto-controlo, e na ausência de quaisquer elementos sobre os sistemas de tratamento dos efluentes produzidos e da eficiência dos mesmos, considerou-se que as eficiências de tratamento são as necessárias para dar cumprimento às normas gerais de descarga de águas residuais.

No Quadro 7.2.6 apresentam-se as cargas estimadas para as instalações industriais. Ressalva-se que nos valores apresentados estão incluídas as cargas reportadas à ARH do Centro, em 2009, relativamente às aquiculturas sujeitas ao regime económico e financeiro dos recursos hídricos.

Quadro 7.2.6 - Cargas poluentes associadas às instalações industriais, por bacia hidrográfica (ton/ano)

Bacia	Sub-Bacia	SST	CBO <sub>5</sub>	CQO	N <sub>total</sub>	P <sub>total</sub>
Vouga		802	513	1 916	82	24
	-	308	109	440	10	3
Mondego	Alva	10	7	23	0	0
	Dão	60	25	120	8	4
Lis		278	60	650	1	0
Costeiras entre Mondego e Lis		29	685	11 760	112	61
Costeiras entre Vouga e Mondego		67	164	4 488	26	6
<b>Total PGBH</b>		<b>1 555</b>	<b>1 562</b>	<b>19 398</b>	<b>240</b>	<b>99</b>

Conforme mencionado anteriormente, para além da estimativa das cargas poluentes em termos de contaminação orgânica, de nutrientes (azoto e fósforo) e sólidos suspensos totais, procedeu-se à identificação das substâncias prioritárias e dos poluentes específicos com base nos valores reportados pelas diversas instalações no âmbito do E-PRTR. No Quadro 7.2.7 apresentam-se as cargas emitidas para a água em 2009, por bacia hidrográfica e por setor de atividade. Salienta-se que nos valores apresentados incluem-se os elementos reportados por uma estação de tratamento e valorização de resíduos.

**Quadro 7.2.7 - Cargas de substâncias prioritárias e poluentes específicos emitidos para as massas de água em 2009**

Bacia	Sub-Bacia	Código de massa de Água	Setor Industrial	Poluente Reportado	Carga (kg/ano)
Vouga	-	PT04VOU0543	28-Fabricação de máquinas e de equipamentos	Ni	33
	-	PTCOST5	17-Fabricação de pasta, de papel, cartão e seus artigos	As	158
				Cd	25
				Cl	5 280 000
				Cr	90
				Cu	90
				AOX	57 300
				Hg	3
				Ni	90
				Pb	113
				P <sub>total</sub>	6 270
				TOC	1 540 000
				Zn	418
Mondego	Dão	PT04MON0610	38 -Recolha, tratamento e eliminação de resíduos; valorização de materiais	Fenóis	87
Costeiras entre Mondego e Lis	-	PTCOST89	17-Fabricação de pasta, de papel, cartão e seus artigos	As	7
				Cl	12 090 000
				COH	98 500
				N <sub>total</sub>	110 700
				P <sub>total</sub>	65 200



Bacia	Sub-Bacia	Código de massa de Água	Setor Industrial	Poluente Reportado	Carga (kg/ano)
				TOC	3 140 000
				F <sub>total</sub>	2 770
				Hg	9 240
				Fenóis	265

Fonte: E-PRTR, em: European Environment Agency

De acordo com os elementos reportados, a indústria da pasta de papel é o setor industrial que exerce uma maior pressão sobre as massas de água, em termos de substâncias prioritárias e poluentes específicos.

#### 7.2.1.1.3. Efluentes provenientes de explorações pecuárias

Na área em estudo do presente plano existe um número significativo de explorações suinícolas, designadamente na bacia hidrográfica do rio Lis. De acordo com a *Estratégia Nacional para os Efluentes Agro-Pecuários e Agro-Industriais* (ENEAPAI) a pressão exercida pelas suiniculturas é elevada. Contudo, o número de rejeições de efluentes para as massas de água não têm tanta expressão como a aplicação das águas residuais das explorações pecuárias no solo.

No que concerne às boviniculturas, de acordo com os elementos disponibilizados pela ARH do Centro, não existem quaisquer descargas directas para as linhas de água.

Em termos de aviculturas, importa referir que de acordo com a ENEAPAI na região Centro (Beira Litoral e Beira Interior) localizam-se cerca de 53% das explorações avícolas existentes em Portugal. Contudo, de uma forma geral, nas explorações de criação de aves o estrume resultante dos dejetos dos animais, que constitui uma carga poluente potencial, é misturado com palha das camas dos animais. Os únicos efluentes líquidos têm origem em águas de lavagem que ocorrem pontualmente (duas a três vezes por ano), pelo que não são expectáveis cargas poluentes significativas nas linhas de água superficiais. Apesar de na ENEAPAI a pressão proveniente da criação intensiva de aves ser considerada elevada, esta resulta essencialmente das instalações de abate de aves e não dos aviários propriamente ditos. Desta forma, admitiu-se que no caso das aviculturas não existem rejeições diretas relevantes de efluentes nas linhas de água superficiais.

Face ao exposto, a determinação das cargas poluentes de origem tópica provenientes das explorações pecuárias reporta-se apenas às suiniculturas que, de acordo com a informação disponibilizada pela ARH do Centro, descarregam os seus efluentes diretamente para a linha de água. No Quadro 7.2.8 apresentam-se os resultados obtidos.

**Quadro 7.2.8 - Cargas poluentes associadas às suiniculturas, por bacia hidrográfica (ton/ano)**

Bacia	Sub-Bacia	SST	CBO <sub>5</sub>	CQO	N <sub>total</sub>	P <sub>total</sub>
Vouga	-	6	4	15	1	1
Mondego	-	70	35	156	14	6
	Alva	0	0	0	0	0
	Dão	0	0	0	0	0
Lis	-	20	10	44	4	2
Costeiras entre Mondego e Lis	-	0	0	0	0	0
Costeiras entre Vouga e Mondego	-	0	0	0	0	0
<b>Total PGBH</b>		<b>96</b>	<b>49</b>	<b>216</b>	<b>19</b>	<b>9</b>

No que respeita às substâncias prioritárias e outros poluentes específicos identificou-se uma instalação pecuária que reportou a emissão de cobre e zinco para a água em 2009 (Quadro 7.2.9).

**Quadro 7.2.9 - Cargas de poluentes específicos emitidas por suiniculturas para as massas de água em 2009**

Bacia	M-Bacia	Poluente Reportado	Carga (kg/ano)
Lis	PT04LIS0709	Cu	131
		Zn	207

Fonte: E-PRTR, em: European Environment Agency

### 7.2.1.2. Águas subterrâneas

Quanto às fontes tóxicas de poluição das massas de água subterrâneas, foram identificados e caracterizados os seguintes setores de pressões:

- Aterros Sanitários e Lixeiras;
- Explorações Pecuárias;
- Indústria Química;
- Indústria Extrativa.





#### 7.2.1.2.1. Aterros sanitários e lixeiras

De acordo com Simplicio (2008) foram detectados problemas de funcionamento dos aterros da ERSUC e Ecobeirão, sendo que estas instalações são as que requerem maior necessidade de controlo e vigilância. Constata-se que a sua gestão e exploração são deficientes, não constituindo prática corrente a monitorização de águas subterrâneas.

Dado o elevado potencial poluente dos aterros sanitários para as águas subterrâneas optou-se por completar a análise efectuada através da inventariação das substâncias que potencialmente poderão atingir as massas de água subterrâneas. Desta forma, procedeu-se à consulta das Licenças Ambientais, designadamente no que respeita aos parâmetros exigidos na monitorização das rejeições de águas residuais após tratamento e da monitorização das águas subterrâneas.

No quadro seguinte apresenta-se um resumo da análise efectuada por massa de água subterrânea.

**Quadro 7.2.10 - Substâncias prioritárias e poluentes específicos potencialmente presentes nas massas de água subterrâneas**

Massa de Água Subterrânea		Substâncias Prioritárias						Poluentes Específicos									
		Cd	Pb	Hg	Ni	AOX <sup>(1)</sup>	Fenóis	As	B	Ba	CN	Cu	Cr	F	Se	Zn	Sb
A0x2RH4	Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Mondego	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	
O01RH4	Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga		X		X						X	X	X			X	
O03RH4	Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Lis	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
O1	Quaternário de Aveiro	X	X	X	X		X	X			X	X	X				
O10	Leirosa - Monte Real	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
O12	Vieira de Leiria - Marinha	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
O2	Cretácico de Aveiro	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	
O29	Louriçal	X	X		X						X	X	X			X	
O31	Condeixa - Alfaias	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	X	
O6	Aluviões do Mondego	X	X	X	X		X	X			X	X	X			X	

(1) Compostos Orgânicos Halogenados

As lixeiras seladas constituem também uma fonte de poluição potencial, sendo provável a emissão do mesmo tipo de substâncias que os aterros sanitários.

No presente plano destaca-se o caso da lixeira de Ílhavo. Durante mais de 30 anos, esta lixeira recebeu resíduos sólidos urbanos conjuntamente com outros tipos de resíduos, designadamente metais, materiais tóxicos e resíduos relacionados com a construção civil. Apesar da lixeira ter sido selada em 1999, um estudo recente, desenvolvido com recurso a métodos geofísicos, evidencia a ocorrência de lixiviação para a massa de água subterrânea do Quaternário de Aveiro (Hermozilha et al., 2010), pelo que esta instalação representa uma pressão potencial para esta massa de água subterrânea.

#### 7.2.1.2.2. Explorações Pecuárias

No caso das atividades PCIP, ligadas à pecuária, são efetuadas emissões para as linhas de água superficial e, visto não existirem dados de monitorização que possibilitem a verificação do estado das massas de água subterrânea nestes locais, considera-se que, *à priori*, não representam focos de contaminação pontual para a água subterrânea. Nas licenças ambientais também não é exigido o controle da qualidade das águas subterrâneas.

#### 7.2.1.2.3. Indústria química

O Complexo Químico de Estarreja (CQE) é um importante foco de poluição. O CQE situa-se no aquífero do Quaternário de Aveiro, que é uma área particularmente vulnerável à contaminação, devido a: elevada permeabilidade das areias onde o complexo assenta; reduzida espessura de zona não saturada; relevo aplanado; elevada taxa de recarga de água subterrânea.

A principal origem da contaminação das águas subterrâneas na área de Estarreja está em grande parte associada ao seu passivo ambiental. Durante várias décadas foram depositados, de forma não controlada, resíduos industriais resultantes do funcionamento de empresas do CQE, em condições ambientalmente insatisfatórias.

Estão identificadas cinco zonas contaminadas, com condutividade elétrica elevada, com pH a variar entre 4,4 e 10,1 e com concentrações elevadas de elementos tais como os cloretos, sódio sulfatos, nitratos, alumínio, ferro, zinco, arsénico, cobre e mercúrio. Foram igualmente detetadas na água subterrânea diversos compostos orgânicos nomeadamente, 3-clorofenol+4-clorofenol, tetracloroetileno, clorobenzeno, fenantreno, naftaleno, anilina, cloreto de vinilo e 2-clorofenol.

#### 7.2.1.2.4. Indústria Extractiva

No Maciço Antigo Indiferenciado da bacia do Vouga existem várias minas abandonadas, que podem potenciar contaminação das águas subterrâneas essencialmente por chumbo (Pb), como sejam as Áreas Mineiras de Coval da Mó e da Malhada.



O urânio e o arsénio presente nas águas subterrâneas é de origem metalogenética não podendo ser considerado, somente, um impacto ambiental de origem antrópica. Porém, a existência de escombrelas reativas pode potenciar a lixiviação de metais pesados e rádio para a água subterrânea.

## 7.2.2. Poluição Difusa

### 7.2.2.1. Águas Superficiais

Procedeu-se à estimativa das cargas associadas às principais fontes de poluição difusas para as massas de água superficiais, provenientes dos seguintes setores:

- Agricultura;
- Campos de Golfe;
- Agro-pecuária.

A análise da poluição difusa circunscreveu-se essencialmente aos poluentes azoto e fósforo.

#### 7.2.2.1.1. Agricultura

A contaminação das massas de água superficiais com estes poluentes resulta da quantidade que existe naturalmente no solo e que, por percolação ou erosão, atinge as massas de água, e da quantidade de fertilizantes aplicada nas culturas existentes que não é utilizada pelas plantas e afluí às massas de água.

As cargas poluentes com origem na agricultura, nas massas de água superficiais, são as que se apresentam no Quadro 7.2.11.

Quadro 7.2.11 - Cargas de nutrientes provenientes da agricultura, por bacia hidrográfica (kg/ano)

Bacia	Sub-bacia	N	P
Vouga	-	738 339	81 543
Mondego	-	938 045	166 107
	Alva	60 524	16 979
	Dão	233 488	45 322
Lis	-	132 593	18 079
Costeiras entre o Mondego e o Lis	-	12 069	1 512
Costeiras entre o Vouga e o Mondego	-	10 183	853
<b>Total PGBH</b>		<b>2 125 242</b>	<b>330 396</b>

A massa de água com maiores pressões em azoto e fósforo provenientes da agricultura é a PT04VOU0543 – rio Vouga, com carga em N acima de 100 ton/ano e carga em P de aproximadamente 15 ton/ano. Seguem-se as massas de água PT04MON0677 – Vala Real, PT04MON0618 – rio Mondego e PT04MON0688 - Mondego – WB3, com carga em N acima de 60 ton/ano e as massas de água PT04MON0618 – rio Mondego e PT04MON0674 – Vala Real, com cargas em P acima de 10 ton/ano.

Além das cargas de nutrientes, as atividades agrícolas estão associadas a outras pressões potenciais, designadamente na introdução nas massas de água de substâncias prioritárias e poluentes específicos, em resultado da aplicação de pesticidas (herbicidas, insecticidas e fungicidas) e de fertilizantes nas culturas.

Relativamente aos pesticidas, identificam-se as seguintes substâncias prioritárias potenciais (INAG, 2010c): alacloro, antraceno, atrazina, clorfeninfos, clorpirifos, diurão, endossulfão, hexaclorobenzeno (HCB), hexaclorocicloexano (Lindano), isoproturão, nonilfenol, pentaclorofenol (PCB), simazina e trifluralina. Há ainda a referir o DDT, o dicofol e o grupo das drinas, nomeadamente aldrina (HDDN), dieldrina (HEOD), endrina e isodrina, que apesar de estarem actualmente banidos dos países da União Europeia, poderão permanecer no solo durante vários anos. Os pesticidas poderão ainda conter na sua constituição os seguintes poluentes específicos: cimoxanil, linurão, terbutilazina e ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D). Quanto aos fertilizantes, a sua composição poderá integrar diversos elementos que, em quantidade excessiva, constituem poluentes específicos das massas de água (como o arsénio, cobre e zinco), e substâncias prioritárias (como o cádmio).

#### 7.2.2.1.2. Campos de Golfe

A informação disponibilizada pela ARH do Centro relativa aos campos de golfe permitiu identificar e georreferenciar sete campos na área do presente Plano, dos quais apenas três se encontram em fase de exploração.

No quadro seguinte apresentam-se os resultados obtidos relacionando as cargas poluentes e a área de cada campo de golfe. Como se pode verificar, a sua representatividade é muito baixa quando se compara com as cargas estimadas para o setor agrícola pelo que não há evidências de que esta atividade contribua de forma significativa para a contaminação das massas de água situadas a jusante.



Quadro 7.2.12 - Caracterização das cargas poluentes associadas aos campos de golfe

Sub-bacia	Designação	Área de relva (ha)	N (ton N/ano)	P (ton P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ano)
Vouga	Campo de Golfe da Curia	20	0.4	0.1
	Campo de Golfe da Zona Turística do Carregal <sup>(1)</sup>	40	0.8	0.2
	Campo de Golfe do Plano de Pormenor do Parque Desportivo de Aveiro <sup>(1)</sup>	40	0.8	0.2
	Campo de Golfe do Plano de Pormenor do Campo de Golfe da Pampilhosa <sup>(1)</sup>	60	1.2	0.3
Dão	Golfe Montebelo	60	1.2	0.3
Mondego	Quinta das Lágrimas Golf	20	0.4	0.1
Costeiras entre o Vouga e o Mondego	Campo de Golfe do Plano de Pormenor da Lagoa da Vela <sup>(1)</sup>	20	0.4	0.1
<b>Total campos existentes</b>		*	<b>2.0</b>	<b>0.5</b>
<b>Total campos previstos</b>		*	<b>3.3</b>	<b>0.8</b>
<b>Total PGBH do Vouga, Mondego e Lis</b>		*	<b>5.3</b>	<b>1.3</b>

(1) Campos de Golfe previstos

(\*) Sem dados disponíveis

#### 7.2.2.1.3. Agro-pecuária

De uma forma geral os solos em Portugal apresentam níveis baixos de matéria orgânica e de nutrientes. Os agricultores confrontados com esta realidade, e conhecendo a importância do azoto na produtividade das culturas, tendem a aumentar a quantidade de fertilizantes aplicados, aproveitando os efluentes provenientes das explorações pecuárias como correctivos e fertilizantes orgânicos.

Contudo, a intensificação da produção animal, com o consequente aumento da quantidade de chorume e estrume, tem provocado sérias dificuldades na gestão destes resíduos orgânicos. A fertilização nem sempre é efetuada de forma racional e na medida das necessidades das culturas, ocorrendo muitas vezes contaminação dos recursos hídricos por lixiviação dos efluentes aplicados no solo.

No Quadro 7.2.13 apresentam-se as cargas estimadas oriundas das explorações pecuárias que são aplicadas no solo.

**Quadro 7.2.13 – Cargas totais provenientes dos efluentes das suiniculturas e boviniculturas aplicadas no solo, por bacia hidrográfica (ton/ano)**

Bacia	Sub-bacia	CBO <sub>5</sub>	CQO	N	P
Vouga	-	14 163	43 526	5 222	1 804
Mondego	-	7 948	20 391	2 500	842
	Alva	64	148	20	7
	Dão	1 469	3 874	502	170
Lis	-	19 250	39 396	4 839	1 552
Costeiras entre o Mondego e o Lis	-	655	1 508	184	60
Costeiras entre o Vouga e o Mondego	-	566	1 627	196	67
<b>Total PGBH</b>		<b>44 115</b>	<b>110 470</b>	<b>13 463</b>	<b>4 502</b>

Pela análise do quadro anterior verifica-se que a bacia do Lis e a bacia do Vouga são as que apresentam maior carga poluente aplicada no solo quer em termos de carga orgânica, quer em termos de nutrientes.

Com base nos elementos referentes à área de aplicação de chorume ao nível do concelho, constantes no *Recenseamento Agrícola 2009* (INE, 2011), e nas cargas provenientes das instalações agro-pecuárias que se estima que sejam aplicadas no solo, determinou-se a quantidade de azoto total aplicada anualmente por hectare. Nas massas de água em que as quantidades de chorume aplicadas ultrapassam 170 kg N total/ha/ano (valor limite proposto no *Código de Boas Práticas Agrícolas* a considerar nos planos de fertilização das explorações agrícolas) admitiu-se que ocorre lixiviação de nutrientes para os recursos hídricos, numa percentagem de 10% para o azoto e de 5% para o fósforo. Dessa forma obtiveram-se as cargas poluentes dos efluentes das pecuárias, que afluem às massas de água superficiais (Quadro 7.2.14).



Quadro 7.2.14 – Cargas poluentes de origem difusa associadas às explorações pecuárias, por bacia hidrográfica (ton/ano)

Bacia	Sub-Bacia	N <sub>total</sub>	P <sub>total</sub>
Vouga		522	90
Mondego	-	261	44
	Alva	1	0
	Dão	32	5
Lis		485	78
Costeiras entre Mondego e Lis		18	3
Costeiras entre Vouga e Mondego		18	3
<b>Total PGBH</b>		<b>1 336</b>	<b>223</b>

#### 7.2.2.2. Águas subterrâneas

As principais fontes potenciais de poluição difusa das massas de águas subterrâneas são, em geral, os sistemas de drenagem urbana, a agricultura e a silvicultura, entre outras. Destas fontes de poluição difusa, só foi possível avaliar o impacto da agricultura na qualidade das massas de águas subterrâneas, uma vez que não existem estudos técnico-científicos ou dados de monitorização, que permitam uma análise detalhada do potencial de poluição dos sistemas de drenagem urbana e da silvicultura. Saliente-se, no entanto, que a agricultura é considerada a atividade antropogénica difusa com impacto mais significativo na qualidade da água subterrânea (e.g. Böhlke, 2002).

Para a avaliação do possível impacto da agricultura na qualidade da água subterrânea na área do PGBH do Vouga, Mondego e Lis, houve necessidade de considerar as cargas de nutrientes provenientes da agricultura (lixiviação), apenas para o parâmetro azoto, por se considerar que o fósforo não constitui um risco para a qualidade das águas subterrâneas.

Assim, as zonas vulneráveis de Estarreja – Murtosa (ZVEM) e do Litoral Centro (ZVLC) (Portaria n.º 164/2010, de 16 de Março) apresentam índices de risco de pressão difusa com suscetibilidades altas a muito altas e média a média alta, respetivamente.

Verifica-se, também, que as massas de águas subterrâneas dos Aluviões do Mondego, Figueira da Foz – Gesteira, Vieira de Leiria – Marinha Grande, Tentúgal e Cárstico da Bairrada apresentam também suscetibilidades altas e com alta intensidade de utilização do azoto.

Quanto à utilização de produtos fitofarmacêuticos, com base nos resultados de três estudos (Batista et al. 2002; Andrade, 2005 e Andrade et al., 2009; Ordens, 2007), considerou-se apenas que existiam pressões difusas significativas devido à utilização de pesticidas na agricultura na massa de água subterrânea dos Aluviões do Mondego.

No Quadro 7.2.15 resume-se a avaliação de pressões difusas, efetuada para as massas de água subterrâneas.

**Quadro 7.2.15 - Massas de águas subterrâneas com pressões difusas significativas**

Atividade	COD	Massa de água subterrânea	Parâmetro
Agricultura	O3	Cársico da Bairrada	Nitratos
Agricultura	O5	Tentúgal	Nitratos
Agricultura	O6	Aluviões do Mondego	Pesticidas
Agricultura	O6	Aluviões do Mondego	Nitratos
Agricultura	O7	Figueira de Foz - Gesteira	Nitratos
Agricultura	O12	Vieira de Leiria – Marinha Grande	Nitratos

### 7.2.3. Sistemas de exploração nas massas de água e captações de água

#### 7.2.3.1. Captações superficiais

As pressões quantitativas estão relacionadas com as atividades que extraem água destinada a diversas utilizações, nomeadamente com o abastecimento público para consumo humano, usos agrícolas, industriais, energia e outros (designadamente, aquicultura e empresas de construção).

Para análise das captações superficiais que são potencialmente significativas nas Bacias Hidrográficas dos rios Vouga, Mondego e Lis foram consultados dados geo-referenciados correspondentes às utilizações de águas do domínio público hídrico, provenientes das duas fontes de informação principais: bases de dados do INSAAR - Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento e de Águas Residuais de 2006 e 2007 (do INAG) e base de dados das Taxas de Recursos Hídricos (TRH), disponibilizada pela ARH do Centro.

No Quadro 7.2.16 resume-se o número de captações e os respetivos volumes extraídos, para cada bacia e sub-bacia, tendo em conta o universo de captações superficiais cadastradas nas fontes de informação anteriormente referidas.





**Quadro 7.2.16 - Estimativa do número de captações superficiais e volumes anuais extraídos, por sub-bacia**

Bacia	Sub-bacia	Abast. Público		Agricultura		Indústria		Outros		Energia		Total	
		N.º	hm³	N.º	hm³	N.º	hm³	N.º	hm³	N.º	hm³	N.º	hm³
Vouga	-	16	10,58	1	-	1	2,00	16	60,10	17	796,15	51	918,75
Mondego	-	35	24,20	4	3,79	3	35,74	16	0,47	7	854,06	65	935,30
	Alva	7	2,39	0	-	0	-	1	0,01	9	613,16	17	614,83
	Dão	10	9,43	0	-	0	-	2	0,01	4	76,12	16	86,26
Lis	-	1	1,82	6	0,10	0	-	0	-	0	-	7	1,53
Costeiras entre Mondego e Lis	-	-	-	0	-	0	-	1	5x10 <sup>-4</sup>	0	-	1	5x10 <sup>-4</sup>
<b>TOTAL</b>		<b>69</b>	<b>48,42</b>	<b>11</b>	<b>3,89</b>	<b>4</b>	<b>37,74</b>	<b>36</b>	<b>60,59</b>	<b>37</b>	<b>2 339,49</b>	<b>157</b>	<b>2 556,67</b>

Procurou-se identificar as pressões quantitativas potencialmente significativas na área do PGBH dos rios Vouga, Mondego e Lis, tomando como critério as captações que se localizam em massas de água que apresentem taxas de utilização (calculadas pelo coeficiente entre o volume médio anual captado e o volume médio anual escoado) superiores a 10%.

Os resultados do balanço hídrico permitem concluir que das 223 bacias de drenagem de massas de água superficiais presentes na área deste PGBH, em ano médio apenas 12 têm taxas de utilização superiores a 10%, mas inferiores a 20%, enquanto as restantes têm todas taxas inferiores a 10%.

Assim, foram verificadas as captações superficiais pertencentes a massas de água com taxas de utilização superiores a 10%. Identificaram-se duas captações superficiais associadas a estas massas de água, sendo que uma apresenta volume de extracção inferior a 8 dam³/ano. A outra captação pertencente à Sociedade Agrícola Quinta de Foja e apresenta um volume de extração mais significativo ( $\approx 3,4$  hm³/ano), captando água na Vala Real (bacia do Mondego).

Refira-se ainda que no universo das captações para usos consumptivos existem cinco captações com volumes de extração anual superior a 5 hm³, uma na Bacia do Vouga e quatro na bacia do Mondego.

### 7.2.3.2. Captações subterrâneas

Na área do PGBH Vouga, Mondego e Lis os valores estimados de consumo anual da água subterrânea (doméstico, indústria e rega) totalizam cerca de 110 hm<sup>3</sup>/ano. Verifica-se que a massa de água de Leirosa - Monte Real é a que apresenta um maior volume anual total ( $\approx 24$  hm<sup>3</sup>/ano), seguida pelo Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Mondego ( $\approx 12$  hm<sup>3</sup>/ano), pelo Quaternário de Aveiro ( $\approx 12$  hm<sup>3</sup>/ano), e por fim, pelo Cretácico de Aveiro ( $\approx 11$  hm<sup>3</sup>/ano).

Na maioria dos casos, os volumes mais elevados de exploração estão associados às massas de água costeiras onde se concentram os maiores agregados populacionais, sendo exceção o Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Mondego, onde a maior percentagem do volume explorado se localiza na parte Norte desta massa de água. Verifica-se ainda que estes valores elevados resultam, sobretudo, das captações usadas para abastecimento público, seguido de captações de consumo privado usadas para a atividade industrial.

Para a avaliação da utilização da água pela agricultura nesta região também se recorreu ao relatório dos Indicadores Agro-Ambientais (IAA) para o período de 1989-2007. Neste relatório, os IAA apresentados identificam, qualificam, quantificam e avaliam as tendências das interações mais significativas entre a agricultura e o ambiente. Os dados estatísticos deste relatório estão calculados por região agrária e por concelho e não por região hidrográfica, porém, dão informação extremamente útil sobre a situação atual da agricultura em Portugal, nesta região.

A evolução da superfície irrigável em Portugal, entre 1989 e 2007, tem vindo a diminuir progressivamente (-33 %), assim como o número de explorações que possuíam infraestruturas técnicas para a irrigação (-64 %). Em Portugal, a superfície irrigável tem sido sempre inferior a 25 % da superfície agrícola utilizável (SAU), revelando pouco investimento das explorações agrícolas em sistemas de rega. Ao longo de período de 1989 a 2007, nas regiões da Beira Litoral (BL) e Beira Interior (BI) tem havido uma tendência de diminuição da superfície irrigável. Em 2007, apenas 71% da superfície irrigável da região BL foi efetivamente regada, ou seja, cerca de 54 332 ha, e, para a região da BI apenas 46% da superfície irrigável, cerca de 28 640 ha foi efetivamente regada (INE, 2009).

Os dados do INE indicam assim uma tendência de menor pressão por parte da agricultura de regadio, no recurso água para esta região hidrográfica.

### 7.2.4. Situações, existentes ou previstas, que poderão condicionar ou impedir o estabelecimento ou cumprimento dos objetivos ambientais

#### 7.2.4.1. Massas de água superficiais

Para as massas de água superficiais, a identificação das pressões potencialmente significativas baseia-se na análise das zonas protegidas, nomeadamente nas verificações de incumprimentos de normas de qualidade de referência.



Relativamente às zonas designadas para captação de água destinada ao consumo humano, verifica-se que algumas massas de água apresentam qualidade inferior a A3, sendo que os parâmetros responsáveis pelas situações detetadas são, nomeadamente, os nitratos, azoto amoniacal e temperatura. Conclui-se assim que existem vários tipos de pressões (pontuais e difusas) que poderão estar na origem dos incumprimentos detetados.

Na bacia do Vouga existem duas captações superficiais no rio Caima (PT04VOU0506), a captação de Burgães e captação de Rôge, que apresentaram valores de nitratos acima dos limites. Estas captações estão distanciadas em cerca de 5 km e estão sujeitas a focos de poluição difusa, provenientes da agricultura e silvicultura. Refira-se também que as captações se encontram nas proximidades de algumas povoações (nomeadamente Vale de Cambra e São Pedro de Castelões, no caso da captação de Burgães), pelo que poderão ocorrer descargas indevidas para o meio hídrico provenientes destes aglomerados urbanos.

Junto à albufeira de Fagilde (PT04MON0583) e no troço do rio Dão a jusante desta barragem (PT04MON0598), no concelho de Mangualde, existem duas captações em que o parâmetro azoto amoniacal apresentou valores acima do limite. Esta situação poderá ser justificada pelas pressões agrícolas a montante e também pela existência de vários aglomerados urbanos do município de Penalva do Castelo a montante desta albufeira, incluindo a sede do concelho.

Na albufeira da Aguieira (PT04MON0633) existem duas captações para as quais se verifica que o parâmetro temperatura se encontra acima dos valores limite imperativos, na captação do Dão e captação da ETA de Tábua. Este parâmetro pode ser sintoma de situações de degradabilidade, o que estará relacionado com o facto de ambas as captações se encontrarem nas proximidades de duas sedes de concelho, Santa Comba Dão e Tábua, constituindo fontes de pressão urbana e industrial. Além disso, regista-se alguma atividade agrícola na zona, que potencia o desenvolvimento de condições de eutrofização nesta albufeira.

A montante da ETA de Mortágua, existe outra captação no Rio Criz (PT04MON0612) onde se registou incumprimento do parâmetro azoto amoniacal. Esta captação, pertencente à Águas do Planalto e com funcionamento de recurso, fica a jusante de algumas povoações do concelho de Tondela, o que poderá estar na origem da contaminação verificada.

Em relação às zonas designadas para a proteção de espécies aquáticas de interesse económico- águas piscícolas, verificaram-se diversos incumprimentos aos valores paramétricos, com especial incidência nos valores de nitritos e azoto amoniacal, o que indicia que as pressões são sobretudo de natureza difusa. Verificaram-se também alguns casos pontuais de incumprimentos nas concentrações de sólidos suspensos totais, saturação de oxigénio dissolvido, CBO<sub>5</sub>, Zinco e Cobre.

A avaliação da conformidade das zonas designadas como águas de recreio – águas balneares para a época de 2010 revelou que a maioria das águas balneares atinge a classificação de “Excelente”, embora se identifique a necessidade de melhoria da qualidade principalmente nas águas balneares interiores como Avô, no concelho de Oliveira do Hospital. Nestas é especialmente necessário o controle das fontes de poluição de origem fecal existentes nas áreas de influência.

Na bacia do Mondego existem sete praias fluviais cujas águas balneares não obtiveram a classificação de “Excelente” e na bacia Vouga existe apenas uma, tendo-se identificado potenciais pressões urbanas que estarão a contribuir para o actual estado destas zonas protegidas. Para os diversos casos estão previstas intervenções nas redes de saneamento e/ou a construção ou remodelação dos sistemas de tratamento de águas residuais, pelo que é expectável que as situações de incumprimento sejam solucionadas.

Relativamente à zona sensível designada pelo critério da eutrofização, Albufeira da Aguieira, verifica-se que foi sempre classificada como “eutrófica”, sendo o fósforo total o parâmetro responsável por esta classificação. O fósforo total inclui vários compostos diferentes, incluindo os fosfatos, os quais podem ter como origem os fertilizantes usados na agricultura e também as águas residuais (por serem utilizados em detergentes sintéticos).

Em suma, verifica-se que as massas de água classificadas como zonas protegidas são afetados por diversos tipos de fontes de contaminação (pontuais e difusas), que vão desde as práticas agrícolas, à pecuária, águas residuais urbanas, indústria, lixeiras, empreendimentos hidráulicos, extração de inertes, captações de água, presença de espécies não autóctones, entre outras, condicionando o cumprimento dos objetivos ambientais definidos no âmbito do Artigo 48.º da Lei n.º 58/2005 de 29 de Dezembro.

Refira-se ainda que não se consideraram apenas as indústrias ou descargas de águas residuais de maiores dimensões pois verifica-se muitas vezes que são os sistemas de drenagem mais pequenos ou as indústrias de menores dimensões que são menos controlados e, portanto, potencialmente geradores de pressão para as massas de água.

#### **7.2.4.2. Massas de água subterrâneas**

Relativamente às massas de água subterrâneas é possível evidenciar algumas fontes de poluição tópica e poluição difusa significativas.

Relativamente à poluição tópica é fundamental mencionar o Complexo Químico de Estarreja (CQE) que representa para o Quaternário de Aveiro uma pressão significativa. Uma monitorização de parâmetros de qualidade ajustados ao histórico dos efluentes industriais nas cinco áreas determinadas como contaminadas, será, sempre, um passo importante para a avaliação do processo de recuperação da massa de água subterrânea desta área.

Relativamente à avaliação da influência da indústria extrativa, da recuperação ambiental das áreas mineiras degradadas e na influência de aterros e lixeira, na qualidade das massas de águas subterrâneas, não pode ser mais consubstanciada por falta de dados de monitorização de água subterrânea.



Em relação à poluição difusa uma das pressões significativas é a atividade agrícola, que tem grande influência sobre as Aluviões do Mondego e a massa de água de Ançã – Cantanhede.

Os elevados níveis de *inputs* na agricultura nos concelhos do litoral não devem ser descurados e, de forma a se poder cumprir com o objetivo da DQA, deveria haver uma monitorização semestral dos pesticidas, nomeadamente dos que têm maior potencial de lixiviação para as águas subterrâneas.

### 7.2.5. Pressões hidromorfológicas

#### Massas de água interiores

No que respeita às pressões sobre as massas de água interiores, resultantes de alterações hidromorfológicas causadas por infraestruturas hidráulicas, foram identificadas as seguintes:

- Pressões resultantes de alterações morfológicas do domínio hídrico.

#### Efeito de barreira:

- Nesta RH existem 33 grandes barragens (de acordo com os critérios do RSB) e 43 pequenas barragens ou açudes.
- A pressão causada pelas grandes barragens em termos de efeito de barreira foi considerada de intensidade elevada na maioria das mesmas, dado que a sua elevada altura não permite a colocação de dispositivos eficazes para transposição da fauna aquática.
- As pequenas barragens e açudes, integrados muitas vezes em mini aproveitamentos hidroelétricos, têm, frequentemente, o seu efeito de barreira mitigado pela existência de dispositivos de transposição, porém, devido a lacunas de informação, não foi possível confirmar a existência de tais dispositivos em muitos dos casos.

#### Regularizações fluviais:

- As regularizações fluviais que se conseguiram identificar nesta região hidrográfica, são as seguintes:
  - Regularização do rio Mondego no troço compreendido entre o Açude Ponte-de-Coimbra e a ilha da Murraceira, com pressão baixa.
  - Regularização do rio Lis, entre a cidade de Leiria e a ponte sobre o rio Lis em Praia da Vieira, e de troços dos seus afluentes (rio Lena, ribeira da Carreira e vala da Aroeira). Esta regularização implica na maior parte do seu desenvolvimento uma pressão baixa. São exceção dois troços, um em Leiria, com cerca de 2km de extensão e outro já próximo da foz com cerca de 0,7km de extensão onde se considerou que a pressão é elevada.
  - Identificaram-se troços do ribeiro do Vale e do ribeiro do Outeiro de Galegos (afluentes do rio Arunca) na sua passagem pela cidade de Pombal, aos quais foi atribuída pressão elevada.

- Pressões resultantes de alterações do regime natural de escoamento.

Concentração do turbinamento em determinados períodos do dia:

- No rio Mondego, devido ao funcionamento das centrais hidroelétricas de Caldeirão, de Bogueira e de Raiva.
- No rio Alva, devido ao funcionamento das centrais hidroelétricas do Sabugueiro I e II.

Alteração da sequência natural dos escoamentos mensais ou anuais:

- Na maioria dos afluentes do Mondego os índices de regularização são baixos.
- O leito principal do rio Mondego tem o seu regime significativamente alterado, sobretudo a jusante da albufeira de Aguieira.
- Os índices de regularização do rio Vouga, e dos seus principais afluentes, são baixos.
- No rio Lis não existem infraestruturas que provoquem alteração à sequência natural de escoamentos.

Redução do escoamento em troços de rio, devido a circuitos hidroelétricos de derivação:

- Dos 43 pequenos aproveitamentos hidroelétricos identificados, quase todos têm circuitos hidráulicos longos. Nos aproveitamentos hidroelétricos de grande dimensão só existem derivações em Caldeirão e Sabugueiro I e II. Assim, este tipo de pressão abrange um significativo número de massas de água, cerca de 10%. A percentagem real poderá ser mais elevada, dado que por lacunas de informação, existe a perceção de que não foi possível que o inventário realizado fosse exaustivo.

Transvases:

Foram identificados os seguintes transvases:

- Transvase da albufeira do Açude dos Trinta para a albufeira de Caldeirão;
- Transvase da albufeira de Vale Rossim para a albufeira de Lagoacho;
- Transvase da albufeira de Erva da Fome para a albufeira de Lagoacho;
- Transvase da albufeira de Covão do Vale do Conde para a albufeira de Erva da Fome;
- Transvase da albufeira de Covão do Meio para a albufeira de Lagoa Comprida;
- Transvase da albufeira de Covão dos Conchos para a albufeira de Lagoa Comprida;
- Transvase da albufeira de Fronhas para a albufeira de Aguieira;
- Transvase das albufeiras dos açudes de Castanheira e do Tojo para a albufeira da barragem de Alto Ceira;



- Transvase da albufeira da barragem de Alto Ceira para a albufeira da barragem de Santa Luzia (RH5).

Os transvases identificados são, na grande maioria, de pequena escala, em termos quantitativos, com exceção do transvase da albufeira de Fronhas para a albufeira de Agueira, que é da ordem de 315,56 hm<sup>3</sup> por ano (62,5% do escoamento natural).

Da totalidade dos transvases identificados apenas o transvase de Alto Ceira para Santa Luzia é para outra região hidrográfica (RH4 para RH5).

#### Massas de água de transição e costeiras

Os portos existentes, Aveiro e Figueira da Foz, poderão provocar impactos negativos no estado químico das massas de água, não se prevendo no futuro pressões hidromorfológicas significativas associadas a estes portos. Contudo foram identificadas outras pressões hidromorfológicas, como defesas costeiras, dragagens e açudes que constituem, no seu conjunto, uma pressão relevante, podendo ser responsáveis por alterações de estado das massas de água, incluindo das massas de água costeiras.

### **7.2.6. Pressões biológicas**

#### **7.2.6.1. Pesca**

A atividade da pesca constitui uma pressão direta nas comunidades piscícolas constantes nos diversos ecossistemas aquáticos. O facto desta pressão se encontrar muitas vezes direccionada a uma espécie alvo, poderá contribuir para um desequilíbrio da comunidade piscícola, e subseqüentemente da estrutura trófica dos ecossistemas.

A pesca profissional nos rios Mondego e Vouga encontra-se principalmente associada a captura de espécies migradoras diádromas, mais precisamente, a lampreia-marinha, sável, savelha e enguia. A pesca lúdica está vocacionada para a captura de outras espécies, onde o achigã e a truta-de-rio constituem os alvos preferenciais.

A análise da pressão da pesca seguiu uma abordagem indireta, sendo efetuada através da relação entre os recursos hídricos e as zonas de pesca reservada, concessões de pesca e zonas de pesca profissional. Os resultados obtidos indiciam que a intensidade da pressão da pesca será superior para a bacia hidrográfica do rio Vouga, ao nível da pesca lúdica no sector montante, e da pesca profissional no sector jusante.

#### **7.2.6.2. Espécies exóticas**

A introdução de espécies não nativas ou exóticas potencialmente invasoras, tem vindo a aumentar com a globalização e é reconhecida como uma das grandes ameaças ao equilíbrio dos ecossistemas e uma causa importante da perda de biodiversidade.

Para a RH4 identificaram-se numerosas espécies exóticas, de carácter invasor, para os diferentes grupos biológicos existentes (Ictiofauna, invertebrados e flora exótica). A análise da pressão das espécies exóticas seguiu uma abordagem indireta, efetuada com base na informação referente aos peixes exóticos.



A análise efetuada permite verificar que a bacia hidrográfica do rio Mondego apresenta uma maior riqueza em espécies exóticas, mais precisamente para as bacias do Alva e Ceira, e no sector médio do Mondego (albufeira da Aguieira). Na bacia hidrográfica do rio Vouga, o rio Águeda destaca-se pela sua riqueza em espécies exóticas. A elevada presença de espécies exóticas parece estar relacionada com a presença de albufeiras, mas também com o grau de perturbação das massas de água.

Relativamente às massas de água de transição e costeiras, destaca-se o conjunto significativo de aquiculturas em exploração, ou já autorizadas mas ainda com processos em curso que, dependendo da forma como forem geridas, podem ter impactos negativos quer no estado químico das massas de água, quer no estado biológico pela introdução de espécies exóticas, sendo os riscos maiores nos estuários que nas águas costeiras.

Foram detetadas quatro espécies de peixes exóticos, tanto na ria de Aveiro, como no estuário do Mondego e identificadas duas espécies de vegetação invasora que poderão constituir um elevado risco em todos os estuários, em especial na ria de Aveiro.

#### 7.2.7. Outras pressões

De acordo com as disposições constantes do Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de Maio, com as alterações no Decreto-Lei n.º 93/2008, de 4 de Junho, a extração de inertes apenas é permitida quando existam planos específicos que definam os locais potenciais de extração de materiais inertes.

No caso das bacias do rio Mondego e do rio Vouga, para as quais foi elaborado o “Plano Específico de Gestão da Extração de Inertes em Domínio Hídrico nas Bacias do Mondego e do Vouga” (PEGEI), CENOR/DHV (2006), foi estabelecida regulamentação de casos específicos para movimentação de inertes em domínio hídrico e alguns princípios gerais para extracção de inertes em domínio hídrico:

##### ■ Bacia do rio Mondego

- 1. Interditar a extração de inertes em todo o leito do rio Mondego a jusante da foz do rio Alva e a montante da ilha da Murraceira (estuário), exceto nos seguintes casos, sujeitos a regulamentação específica do PEGEI: obras de regularização fluvial ou de estabilização de margens; construção de obras hidráulicas no interior do leito; dragagem de canais navegáveis;*
- 2. Interditar a extração de inertes em todos os afluentes do rio Mondego que com ele confluam a jusante da foz do Alva, com exceção unicamente dos casos específicos citados para o ponto 1, sujeitos à mesma regulamentação;*
- 3. Autorizar a extração ou a movimentação de inertes na zona de jurisdição portuária (a jusante da ilha da Murraceira), mas estritamente nas quantidades que se revelarem indispensáveis para manter condições de navegabilidade aceitáveis na área de influência do Porto da Figueira da Foz;*
- 4. Autorizar (ou mesmo estimular) a extração de inertes nas zonas de marnel situadas nas extremidades de montante das albufeiras criadas pelas barragens de Aguieira e de Fronhas, nos locais não interditados para esse efeito no respetivo Plano de Ordenamento de*





*Albufeiras de Águas Públicas. Nos casos em que os ditos planos de ordenamento estabeleçam uma proibição meramente generalizada, ou não sustentada em fatores locais muito específicos, os mesmos deverão, obrigatoriamente, ser objeto de revisão, dado que se considera extremamente importante manter a possibilidade de controlar, mediante extrações, o assoreamento das albufeiras nacionais. Deverão, em todo o caso, ser respeitadas as medidas de minimização ambiental estipuladas no Capítulo 6 PEGEI, e ser devidamente registados os volumes de material extraídos, para permitir a realização dos balanços de volumes previstos na medida M1 do PEGEI;*

*5. Autorizar as extrações ou movimentações de inertes em todos os restantes locais do domínio hídrico, desde que os seus objetivos se enquadrem nos artigos 33º ou 34º da Lei da Água, desde que sejam realizados previamente estudos de impacte ambiental nas situações exigidas por lei e desde que sejam respeitadas as medidas de minimização ambiental estipuladas no Capítulo 6 do PEGEI.*

■ Bacia do rio Vouga

*1. Interditar a extração e a movimentação de inertes nos seguintes troços do rio Vouga, por conterem infraestruturas fluviais particularmente sensíveis: desde 1km a montante até 1km a jusante da captação do Carvoeiro; desde 1km a montante até 1km a jusante da ponte de Sernada do Vouga. Excetuam-se, apenas, os casos de obras de regularização fluvial, de estabilização de margens ou de construção de obras hidráulicas, em que, mesmo assim, as extrações ou as movimentações ficarão sujeitas a regulamentação específica do PEGEI;*

*2. Autorizar (ou mesmo estimular) a extração de inertes nas zonas de marnel situadas nas extremidades de montante das albufeiras criadas pelas barragens de Ribeiradio (a construir) e de Burgães (já existente), já que não existem riscos para a estabilidade do leito e das infraestruturas nele implantadas e que as extrações realizadas permitirão retardar a perda de capacidade de armazenamento das albufeiras. Porém, em obediência à Lei da Água, estas extrações terão que estar enquadradas em Planos de Ordenamento de Albufeira de Águas Públicas que, em todo o caso, deverão considerar a permissão de extração como sendo a norma e a proibição como sendo a exceção, eventualmente limitada a dados pontos específicos e sustentada em razões também específicas. Deverão, em todo o caso, ser respeitadas as medidas de minimização ambiental estipuladas no PEGEI e ser devidamente registados os volumes de material extraídos, para permitir a realização do balanço de volumes previsto na medida V1 do PEGEI;*

*3. Autorizar a extração ou a movimentação de inertes na ria de Aveiro, mas apenas nos quantitativos estritamente necessários para manter condições de navegabilidade aceitáveis nos canais já existentes ou para manter a saúde ambiental das lagunas. Neste último caso, a necessidade das extrações ou das movimentações deverá ser fundamentada por um estudo realizado por especialistas. Analogamente, a autorização da abertura de novos canais navegáveis ficará dependente da realização prévia de estudos de impacte ambiental;*

*4. Autorizar a extração de inertes na Pateira de Fermentelos (rio Cértima), sempre que se verificar que o seu assoreamento põe em causa a sobrevivência da lagoa em si ou dos seus habitats, que apresentam um elevado valor ecológico;*

*5. Autorizar, de forma condicionada, e nas condições especificadas no PEGEI, a extração de inertes no rio Vouga entre Ribeiradio e a entrada da Ria de Aveiro e no rio Águeda entre a foz do rio Alfusqueiro e a confluência com o rio Vouga.*

Para a bacia do rio Lis, dado que não existem planos específicos, a extração de inertes só deve ser autorizada quando justificada, por razões de ordem técnica, ambiental e paisagística e em locais cujo desassoreamento seja imprescindível, promovendo a manutenção das cotas de fundo do rio (eventualmente utilizando os inertes retirados do fundo para a regularização e manutenção das margens) e possa conduzir à existência de melhores condições de funcionalidade das correntes e da orla costeira.

Em todo o caso, as extrações ou movimentações de inertes na bacia do rio Lis e em todos os restantes locais do domínio hídrico do rio Mondego e do rio Vouga atrás não referidos, poderão ser autorizadas desde que os seus objetivos se enquadrem nos artigos 33.º ou 34.º da Lei da Água, que sejam realizados previamente estudos de impacte ambiental nas situações exigidas por lei e que sejam respeitadas as medidas de minimização ambiental estipuladas no PEGEI (extensíveis à rede hidrográfica do rio Lis).

### 7.3. Redes de monitorização

#### 7.3.1. Identificação e caracterização das redes

A definição das medidas necessárias para atingir ou manter o bom estado ecológico e químico das massas de água e a verificação do cumprimento destes objetivos exigem o conhecimento do estado atual das massas de água e da sua evolução temporal. Nesse sentido, a Diretiva-Quadro da Água (DQA) define três tipos de redes de monitorização, cada uma com objetivos distintos:

- **Vigilância:** avaliar o estado das massas de água e monitorizar as suas alterações a longo prazo;
- **Operacional:** determinar o estado das massas de água em risco de incumprimentos dos objetivos ambientais e monitorizar as alterações de estado decorrentes da implementação do programa de medidas proposto;
- **Investigação:** investigar situações anómalas que não foi possível explicar pelos elementos recolhidos nas redes de vigilância e operacional.

Estas redes foram definidas a partir das estações das redes existentes geridas pelo INAG e ARH do Centro, I.P..

O **Error! Not a valid bookmark self-reference.** apresenta o número de estações por tipo de rede e tipo de massa de água. A conceção da atual rede de monitorização incorporou postos de monitorização pertencentes às redes hidrométrica e de qualidade do INAG.



Quadro 7.3.1 - Estações por tipo de rede e tipo de massa de água

Categoria da massa de água	N.º de massas de água	Monitorização de vigilância		Monitorização operacional		Monitorização de investigação	
		N.º estações	N.º massas de água	N.º estações	N.º massas de água	N.º estações	N.º massas de água
Rios	199	76	60	63	39	9	8
Albufeiras	8	4	4	4	2	0	0

As estações da rede de vigilância de rios abrangem 60 massas de água “rio” e quatro massas de água “albufeira”, existindo 143 massas de água destas categorias que não se encontram monitorizadas. As estações da rede operacional abrangem 39 massas de água “rio” e duas massas de água “albufeira”, existindo 166 massas de água que não se encontram monitorizadas. A rede de investigação é constituída por nove estações e abrange oito massas de água rio.

Até ao momento não existem redes de vigilância, operacional ou de investigação oficiais estabelecidas para as massas de água de transição e costeiras. A ARH do Centro, I.P. tenciona implementar a curto prazo uma rede experimental, que terá características de rede de vigilância.

No que respeita às águas subterrâneas, a DQA define três tipos de redes de monitorização, nomeadamente, do estado químico, que contempla a monitorização de vigilância e operacional, rede de substâncias perigosas, e do estado quantitativo. A monitorização do estado químico visa proporcionar uma panorâmica coerente e completa do estado químico das massas de água subterrâneas em cada bacia hidrográfica e permitir detetar a presença de tendências para o aumento a longo prazo das concentrações de poluentes resultantes de ações antropogénicas. A rede de substâncias perigosas visa dar cumprimento à Diretiva nº 91/692/CEE, no que se refere à aplicação em Portugal das Diretivas nº 76/464/CEE e nº 80/68/CEE (relativas à poluição causada por determinadas substâncias perigosas), permitindo o conhecimento sobre o grau de contaminação do meio ambiente (água, sedimentos e biota) pelas substâncias constantes das Listas I e II anexas às referidas Diretivas. Relativamente à monitorização do estado quantitativo, esta tem como objetivo fornecer uma avaliação fiável do estado quantitativo das massas de água subterrâneas, incluindo uma avaliação dos recursos hídricos subterrâneas disponíveis.

A rede de vigilância do estado químico definida no âmbito do PGBH é constituída por 124 estações, três delas inativas, abrangendo as 20 massas de água subterrâneas analisadas no âmbito do PGBH. A rede operacional do estado químico é constituída por 71 estações, 47 das quais localizadas dentro das áreas correspondentes às Zonas Vulneráveis de Estarreja-Murtosa e do Litoral Centro e abrangem as massas de água subterrâneas O1 – Quaternário de Aveiro e O01RH4 - Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga. As restantes 24 estações localizam-se nas proximidades das zonas vulneráveis, abrangendo não só as massas de água O1 e O01RH4, mas também a O6 – Aluviões do Mondego, O3 – Cársico da Bairrada e A0x1RH4 – Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Vouga.

A rede de substâncias perigosas é constituída por um total de 21 estações de monitorização, sendo que para catorze delas não foram encontrados quaisquer dados correspondentes ao período temporal de análise considerado no âmbito do presente PGBH.

Finalmente, a rede de monitorização do estado quantitativo é constituída por 171 piezómetros, distribuídos por todas as massas de água subterrâneas analisadas no âmbito do PGBH e quatro massas de água localizadas na área de jurisdição da ARH do Centro, I.P.. A rede abrange ainda 16 nascentes, que monitorizam quatro massas de água subterrâneas analisadas no âmbito do PGBH e duas localizadas na área de jurisdição da ARH do Centro, I.P..

A DQA determina ainda a monitorização das zonas protegidas, definidas como massas de água ou outras áreas delimitadas geograficamente que requerem proteção especial e estão abrangidas por legislação específica comunitária e nacional relativa à proteção das águas superficiais e subterrâneas ou à conservação de *habitats* e espécies diretamente dependentes da água.

As zonas protegidas e áreas classificadas integradas nas bacias dos rios Vouga, Mondego e Lis integradas na RH4 incluem:

- Massas de água onde existam captações de águas superficial e subterrânea destinadas a consumo humano – estão identificadas 69 captações de águas superficiais, das quais 36 são monitorizadas, e 67 captações de águas subterrâneas, todas com perímetros de proteção, algumas das quais monitorizadas, mas cuja frequência e parâmetros de monitorização não se destinam à caracterização da qualidade da água subterrânea para consumo humano;
- Zonas designadas para proteção de espécies aquáticas de interesse económico- estão identificadas 22 zonas, não estando monitorizada a PTP56 – Ceira – da nascente à central elétrica de Monte Redondo;
- Águas de recreio ou balneares – estão identificadas 50 zonas protegidas, das quais 24 são interiores e de transição e 26 são costeiras, sendo todas monitorizadas;
- Zonas designadas como sensíveis em termos de nutrientes em massas de água subterrâneas – estão identificadas duas zonas vulneráveis (ZV): Estarreja – Murtosa (ZVEM) e a Zona Vulnerável do Litoral Centro (ZVLC), ambas monitorizadas;
- Zonas designadas como sensíveis em termos de nutrientes em massas de água superficiais - estão identificadas três zonas sensíveis: a albufeira da Aguieira, o estuário do Mondego e o troço nascente do rio Vouga. O estuário do Mondego não está a ser monitorizado;
- Zonas designadas para a proteção de *habitats* da fauna e flora selvagens e a conservação das aves selvagens, as quais englobam:
  - *Habitats* – áreas constantes da Lista Nacional de Sítios e Rede Nacional de Áreas Protegidas;
  - Aves – Zonas de Proteção Especial (ZPE).



Estão identificados 13 Sítios de Importância Comunitária (SIC), estando oito monitorizados, sete Áreas Protegidas, estando três monitorizadas, e quatro ZPE, não sendo monitorizado o Paúl de Madriz.

Finalmente, há um conjunto de outras redes de monitorização, anteriores à DQA que a complementam e que incluem:

- Rede meteorológica;
- Rede hidrométrica;
- Rede sedimentológica.

A rede meteorológica monitoriza o ramo aéreo do ciclo hidrológico através de variáveis como a precipitação, a temperatura e humidade do ar, a direcção e velocidade do vento, a insolação, a radiação solar, a evaporação e a evapotranspiração e é constituída por 91 estações, das quais onze são climatológicas, estando uma inativa, e as restantes são udométricas e udográficas, estando 75 ativas.

A rede hidrométrica monitoriza o nível hidrométrico, a partir do qual é possível estimar o caudal em secções fluviais e é constituída por 111 estações hidrométricas instaladas em massas de água rios, 12 estações instaladas em massas de água lagos – albufeiras e seis instaladas em massas de água de transição. Estas estações abrangem 56 massas de água rios, quatro massas de água lagos – albufeiras e duas massas de água de transição. Das 111 estações instaladas, apenas 61 estão ativas (três instaladas em massas de água lagos – albufeiras e as restantes em rios).

A rede sedimentológica é constituída por 35 estações, que estiveram operacionais entre finais dos anos 70 e meados dos anos 80, e abrange 30 massas de água rios. Os parâmetros medidos incluem o caudal sólido em suspensão.

### **7.3.2. Avaliação da representatividade e da adequabilidade das redes**

As estações de monitorização devem ser implementadas num número de massas de água suficiente para fornecer uma avaliação do estado da globalidade das águas superficiais (rede de vigilância), e em todas as massas de água identificadas como estando em risco de não atingirem os seus objetivos ambientais (rede operacional).

Confrontando o total de massas de água superficiais, em particular as classificadas pelo Artigo 13.º como estando em risco ou com risco por determinar, com as massas de água monitorizadas, verifica-se que existem várias lacunas:

- Das 80 massas de água “rios” e identificadas como estando em risco, 39 estão monitorizadas com estações pertencentes à rede operacional (cerca de 49%);
- Das 56 massas de água identificadas como estando com risco por determinar, 42 estão monitorizadas na rede de vigilância (75%);
- Das oito massas de água “albufeira”, todas classificadas como estando “em risco”, há duas que não estão a ser monitorizadas por estações das redes de vigilância e operacional (albufeiras de Vale do Rossim e Lagoa Comprida). As albufeiras Açude

Ponte Coimbra, Raiva, Caldeirão e Fronhas são monitorizadas por estações da rede de vigilância.

Esta análise foi complementada com a análise das pressões significativas a que as massas de água estão sujeitas e com a avaliação do seu estado, tendo-se verificado o seguinte:

- As pressões significativas com maior relevância nas massas de água rios são a urbana, a agrícola, a industrial e a hidromorfológica. Verifica-se que várias massas de água sujeitas a pressões muito significativas não estão monitorizadas, nomeadamente, 04MON0577 – ribeira de Coja, 04MON0667 – rio Sótão e 04VOU0563 – rio Boco, sujeitas a pressões de origem urbana e agrícola, 04LIS709 – afluente do rio Lis, 04MON0580 – ribeira das Quintas das Seixas, 04MON0602 – ribeira de Tourais, 04MON660 – ribeira de Rochei, 04VOU0527 – afluente do rio Vouga e 04VOU0528 – rio Lordelo, com pressões de origem agrícola, e 04MON0598 – rio Dão (HMWB – jusante b. Fagilde) e 04MON0638 – rio Mondego (HMWB – jusante Açude Ponte Coimbra), sujeitas a pressões de origem hidromorfológica. As massas de água 04MON0638 – rio Mondego (HMWB – jusante ac. Raiva), 04LIS702 – afluente do rio Lis e 04MON0630 – rio Alva, classificadas com o estado medíocre, não estão a ser monitorizadas. Das massas de água classificadas com o estado razoável, 04MON0598 – rio Dão (HMWB – jusante b. Fagilde) e 04VOU0563 – rio Boco não são objeto de monitorização.
- Relativamente às massas de água albufeiras, as pressões significativas com maior relevância são a urbana e a agrícola. A pressão gerada pela agricultura afeta, de forma muito significativa, as massas de água 04MON0654 – albufeira de Fronhas e 04MON0661 – açude Ponte Coimbra, e, de forma significativa, as albufeiras 04MON0633 – albufeira da Agueira e 04MON0635 – albufeira de Raiva, ambas com estado inferior a bom. A pressão urbana afeta a massa de água 04MON0661 – açude Ponte Coimbra, classificada com estado inferior a bom. Todas estas massas de água estão a ser monitorizadas. Verifica-se que todas as massas de água com estado inferior a bom estão a ser monitorizadas.

Perante o exposto, conclui-se que a atual rede de monitorização de massas de água rios não é representativa e que a de massas de água albufeiras é parcialmente representativa.

Relativamente à adequabilidade destas redes, isto é, à sua capacidade de cumprir as frequências de monitorização e os parâmetros a monitorizar definidos na DQA, identificaram-se lacunas na monitorização de parâmetros biológicos, substâncias prioritárias e poluentes específicos em massas de água rios e albufeiras. A monitorização dos parâmetros biológicos decorreu apenas no período de 2004 a 2006 e foi feita num conjunto reduzido de pontos.

No que respeita às massas de água subterrâneas, conjugaram-se três critérios (índice de representatividade, densidade de amostragem e número de pontos de amostragem) para averiguar a representatividade da rede (**Error! Not a valid bookmark self-reference.**).





Quadro 7.3.2 - Critérios de averiguação da representatividade da rede de monitorização das águas subterrâneas

Índice de Representatividade (IR)	Densidade < 1/100 km <sup>2</sup> (*)	Densidade > 1/100 km <sup>2</sup>		
		Nº de Estações		
		< 3	3 ≤ n < 5	n ≥ 5
IR < 50%				
50% ≤ IR < 80%				
IR ≥ 80%				

Legenda:

	Não representativa		Parcialmente representativa		Representativa
--	--------------------	--	-----------------------------	--	----------------

Verifica-se que apenas sete massas de águas subterrâneas apresentam uma rede de vigilância parcialmente representativa; as restantes massas de água não têm redes representativas. As duas zonas vulneráveis apresentam uma rede operacional parcialmente representativa.

Quanto à rede de monitorização do estado quantitativo, verifica-se que apenas quatro massas de água apresentam uma rede parcialmente representativa; as restantes não têm redes representativas.

A representatividade da rede de substâncias perigosas está dependente da localização de unidades industriais que tenham sido identificadas como potenciais responsáveis pela descarga destas substâncias no meio, devendo ter uma configuração dinâmica que acompanhe temporal e espacialmente as evoluções das atividades industriais. A sua análise depende assim da manutenção de informação atualizada sobre as unidades industriais existentes em cada momento.

Tendo em conta os critérios tipo de rede monitorização, objetivos da monitorização, parâmetros monitorizados e necessidades de monitorização mínimas no âmbito da implementação da DQA e da Diretiva Águas Subterrâneas, verifica-se que a rede de vigilância apresenta lacunas, por não cumprir integralmente as recomendações da DQA relativas às normas de qualidade para as águas subterrâneas, por não analisar algumas substâncias prioritárias e por apresentar limites de deteção de certos parâmetros acima das concentrações características das massas de água subterrâneas da região. Também os resultados das análises das estações da rede operacional apresentam limites de deteção acima das concentrações características de algumas massas de água subterrâneas da região, não sendo possível aferir o cumprimento das normas de qualidade. A rede de substâncias perigosas não cumpre os requisitos relativos à monitorização de substâncias perigosas descritas nas listas I e II do Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de agosto, devido à falta de dados atuais de monitorização. Por último, destaca-se o pequeno número de nascentes

monitorizadas por estações pertencentes à rede de monitorização do estado quantitativo e a falta de conhecimento dos níveis de água em ecossistemas terrestres e aquáticos dependentes das massas de água subterrâneas.

A rede de monitorização de zonas protegidas não é representativa uma vez que:

- Das 69 captações de águas superficiais destinadas ao consumo humano, apenas 36 são monitorizadas;
- Das 22 zonas para proteção de espécies aquáticas de interesse económico, a PTP56 – Ceira – da nascente à central elétrica de Monte Redondo não está a ser monitorizada;
- Das três zonas sensíveis em massas de água superficiais, uma não está monitorizada (estuário do Mondego);
- Dos 13 sítios de importância comunitária (SIC), cinco não são monitorizados (Cambarinho, Barrinha de Esmoriz, Sicó/Alvaiázere, Azabuxo/Leiria e Complexo do Açor);
- Das sete áreas protegidas (AP), quatro não são monitorizadas;
- Das quatro zonas de proteção especial (ZPE), uma não é monitorizada (Paúl de Madriz) não está a ser monitorizado.

O Quadro 7.3.3 apresenta o número de zonas protegidas e áreas classificadas monitorizadas.

Identificaram-se algumas lacunas no que respeita aos parâmetros a monitorizar, destacando-se a não monitorização de substâncias prioritárias.

**Quadro 7.3.3 – Monitorização de zonas protegidas**

Tipo de zona protegida e área classificada		N.º total de zonas protegidas e áreas classificadas	Nº de zonas protegidas e área classificadas monitorizadas
Captações de águas superficiais destinadas ao consumo humano		69	36
Zonas para proteção de espécies aquáticas de interesse económico		22	21
Águas de recreio e balneares		50	50
Zonas sensíveis em termos de nutrientes		3	2
Zonas de proteção de <i>habitats</i> da fauna e da flora selvagens e conservação das aves selvagens	SIC	13	8
	AP	7	3
	ZPE	4	3
Zonas vulneráveis		2	2

Notas : SIC – Sítio de Importância Comunitária ;

AP – Área Protegida ; ZPE – Zona de Proteção Especial (aves)





A análise da representatividade das outras redes de monitorização fez-se adotando os critérios do Guia *Hidrological Practices* da *World Meteorological Organization* (WMO, 2008).

Para a rede meteorológica, este Guia recomenda a distribuição de estações climatológicas por região climática e uma densidade mínima de estações udométricas de 250 km<sup>2</sup> para zonas montanhosas e 900 km<sup>2</sup> para zonas costeiras. Verifica-se que a rede meteorológica é parcialmente representativa, uma vez que as sub-bacias costeiras não estão a ser monitorizadas. Os parâmetros monitorizados e a frequência de monitorização são adequados.

Relativamente à rede hidrométrica, o Guia da WMO (2008) recomenda uma densidade mínima de estações de 1000 km<sup>2</sup> para zonas montanhosas e 2750 km<sup>2</sup> para zonas costeiras. Verifica-se que a atual rede hidrométrica é parcialmente representativa, uma vez que não há estações instaladas nas sub-bacias costeiras. Os parâmetros monitorizados são suficientes para a caracterização hidrométrica da massa de água e a frequência de monitorização é também adequada.

Finalmente, recomenda-se um reforço da rede sedimentológica nos troços a jusante da barragem da Aguieira e a montante da barragem de Fronhas, bem como a instalação de pontos a jusante do açude Ponte-Coimbra e a montante e jusante da futura barragem de Ribeiradio.

#### **7.4. Massas de água que abrangem zonas protegidas**

Das zonas designadas para a proteção de habitats e de fauna e flora selvagens, é possível identificar, para a região hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis, 13 áreas protegidas constantes da Lista Nacional de Sítios, delimitadas ao abrigo da RCM (Resolução de Conselho de Ministros) n.º 142/97, de 28 de Agosto, e da RCM n.º 76/2000, de 5 de Julho, e sete da Rede Nacional de Áreas Protegidas (RNAP), delimitada ao abrigo do Decreto-Lei n.º 142/2008, de 24 de Julho.

Quadro 7.4.1 – Distribuição das massas de água de superfície por Sítio de Importância Comunitária

Código	Rio	Águas de Transição	Águas Costeiras	Albufeiras	Águas subterrâneas	Total
	N.º de Massas de Águas					
PTCON0005	1	-	-	-	1	2
PTCON0014	18			3	1	22
PTCON0015	2	-	-	-	1	3
PTCON0016	-	-	-	-	1	1
PTCON0026	6	-	-	-	3	9
PTCON0027	5	-	-	-	1	6
PTCON0045	2	-	-	-	2	4
PTCON0046	1	-	-	-	1	2
PTCON0047	3	-	-	-	1	4
PTCON0051	1	-	-	-	1	2
PTCON0055	7	-	2	-	4	13
PTCON0060	4	-	-	-	1	5
RH4*	48	0	2	3	11	64

\*- A mesma massa de água pode se encontrar incluída em diferentes Sítios de Importância Comunitária.

De referir que da análise efetuada se constatou que em algumas situações uma mesma massa de água pode estar inserida simultaneamente em mais de uma zona protegida.

Quadro 7.4.2 – Distribuição das massas de água de superfície por Área Protegida

Designação	Rio	Águas de Transição	Águas Costeiras	Albufeiras	Águas subterrâneas	Total
	N.º de Massas de Águas					
Serra do Açor	-	-	-	-	1	1
Montes de S. Olaia e Ferrestelo	-	-	-	-	2	2
Serra d' Aire e Candeeiros	1	-	-	-	1	2
Paúl de Arzila	1	-	-	-	1	2
Dunas de S. Jacinto	-	-	2	-	2	4
Serra da Estrela	18	-	-	3	1	22
Cabo do Mondego	-	-	2	-	1	3
RH4*	20	0	4	3	8	35

\*- A mesma massa de água pode se encontrar incluída em diferentes Sítios de Importância Comunitária.



Para cada uma das referidas zonas protegidas destacaram-se as espécies com maior dependência do meio aquático e os habitats que apresentam uma relação estreita com os recursos hídricos, tais como comunidades ribeirinhas, habitats aquáticos, bem como, os habitats presentes em zonas húmidas (turfeiras, pântanos húmidos, etc.) com elevada dependência dos níveis freáticos das águas subterrâneas.

Da análise efetuada destacam-se algumas espécies piscícolas diádromas, nomeadamente o *Alosa alosa*, *Alosa fallax* e *Petromyzon marinus*. Em termos dos habitats aquáticos verifica-se uma grande frequência de habitats ripícolas dominados por amieiro (91E0\*), Charcos temporários mediterrânicos (3170\*) e urzais de *Erica ciliaris* e *Erica tetralix* (4020\*), classificados como prioritários no Decreto-Lei n.º 49/2005, de 24 de Fevereiro.

Relativamente a zonas designadas para a proteção das aves selvagens são identificadas quatro Zonas de Proteção Especial (ZPE), classificadas no Decreto-Lei n. 384-B/99, de 23 de Setembro.

Quadro 7.4.3 – Distribuição das massas de água de superfície por Zona de Proteção Especial

Código	Rio	Águas de Transição	Águas Costeiras	Albufeiras	Águas subterrâneas	Total
	N.º de Massas de Águas					
PTZPE0004	9	5	3	-	4	21
PTZPE0005	1	-	-	-	1	2
PTZPE0006	1	-	-	-	1	2
PTZPE0040	1	-	-	-	2	3
RH4*	12	5	3	-	7	27

As ZPE identificadas apresentam um elenco faunístico importante com numerosas espécies aquáticas, principalmente na zona da Ria de Aveiro, que alberga mais do que 1 % da população biogeográfica de Alfiate (*Recurvirostra avosetta*), de Negrola (*Melanitta nigra*), de Borrelho-grande-de-coleira (*Charadrius hiaticula*) e de Borrelho-de-coleira-interrompida (*Charadrius alexandrinus*). Os pauis de Arzila, Madriz e Taipal constituem um refúgio para anatídeos invernantes, assim como local de reprodução para aves de caniçal, nomeadamente garça-pequena (*Ixobrychus minutus*), rouxinol-grande-dos-caniços (*Acrocephalus arundinaceus*) e felosa-unicolor (*Locustella luscinioides*).

## 7.5. Avaliação do estado das massas de água

### 7.5.1. Avaliação do estado das massas de água superficiais

A classificação do estado ou potencial ecológico seguiu uma metodologia faseada, em que numa primeira fase foram avaliadas as massas de água com dados de monitorização, e séries de dados consistentes, sendo seguidamente classificadas as massas de água que não apresentam monitorização.

As massas de água monitorizadas foram classificadas de acordo com os critérios de classificação do INAG, I.P (INAG, 2009; INAG, 2010), com series de dados consistentes relativas a rede de monitorização do SNIRH e da ARH Centro, I.P., às campanhas de amostragem do IMAR, realizadas no âmbito da definição da tipologia de rios de Portugal, e coordenadas pelo INAG, I.P., ao projeto EEMA, e ainda, para as albufeiras, aos dados da rede de monitorização do LABELEC e do INAG, I.P. Para as massas de água que não possuem informação, recorreu-se a diversas ferramentas estatísticas e de modelação, para produzir estimativas para o estado dessas mesmas massas de água. Em último caso, avaliação foi determinada por apreciação pericial (*“Expert Judgement”*).

Seguidamente é apresentada o estado das massas de água para a região hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis.

A classificação do **estado ecológico** para as massas de água de superfície considerou a avaliação dos elementos biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos.

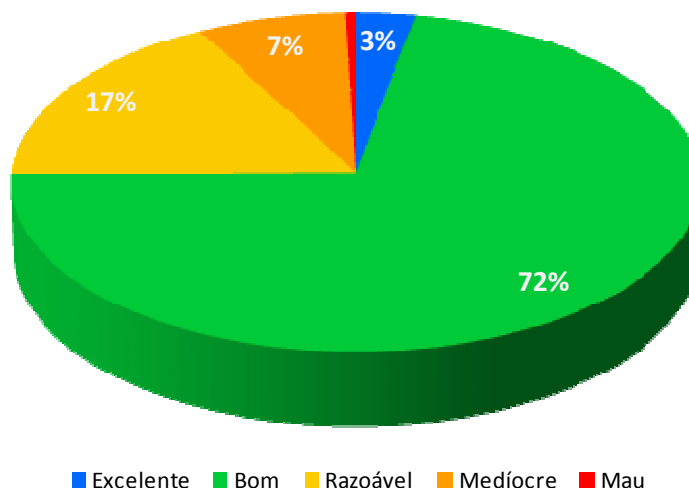
Da análise do estado ecológico das diferentes categorias de massa de água de superfície é possível verificar que a grande maioria cumpre os objetivos ambientais definidos pela DQA, apresentando uma classificação igual ou superior a “Bom” (Quadro 7.5.1).

Quadro 7.5.1 - Classificação do estado ecológico para as massas de água de superfície

Classe de Qualidade	Rios		Águas de Transição		Águas Costeiras		Total	
	N.º	%	N.º	%	N.º	%	N.º	%
Excelente	2	1,1	1	16,7	2	40,0	5	2,5
Bom	141	73,8	2	33,3	3	60,0	146	72,3
Razoável	35	18,3	0	0,0	0	0,0	35	17,3
Medíocre	12	6,3	3	50,0	0	0,0	15	7,4
Mau	1	0,5	0	0,0	0	0,0	1	0,5

As águas costeiras encontram-se na sua totalidade em cumprimento, com 40% das massas de água com um “Excelente” estado ecológico, e 60% com o estado “Bom”. No que se refere as massas de água rio, 73,8% das massas de água apresentam o estado de “Bom”, sendo que 25,1% não cumprem os objetivos da DQA. As águas de transição surgem com a maior proporção de massas de água em incumprimento (50%, num total de três massas de água), o que é agravado pelo facto de estas apresentarem um estado ecológico de “Medíocre”, o que indicia a necessidade de um forte investimento na sua recuperação.

Gráfico 7.5.1 - Estado Ecológico das Massas de Água. Percentagem de massas de água por classe de qualidade.



O panorama geral da região hidrográfica é favorável dado que, 75% das massas de água apresentam um estado ecológico igual ou superior a “Bom”, e que das 51 massas de água de superfície em incumprimento, 35 apresentam um estado de “Razoável”, tendo na maioria das vezes sido classificado com base em apenas um parâmetro. Os elementos biológicos e o parâmetro físico-químico geral CBO<sub>5</sub> surgem como principais responsáveis pela classificação inferior ou igual a “Razoável” das massas de água de superfície.

A classificação do **potencial ecológico** para as massas de água de superfície considerou a avaliação dos elementos biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos.

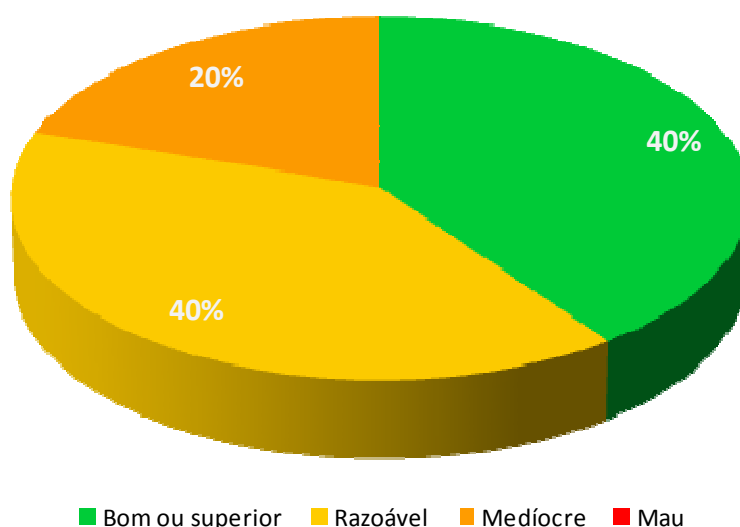
Ao contrário do verificado para as massas de água “naturais”, a qualidade ecológica das massas de água fortemente modificadas e artificiais encontram-se em conflito com os objetivos estabelecidos pela DQA (Quadro 7.5.2.).

Quadro 7.5.2 - Classificação do estado ecológico para as massas de água de superfície

Classe de Qualidade	Rios		Albufeiras		Águas de Transição		Total	
	N.º	%	N.º	%	N.º	%	N.º	%
Bom ou superior	2	25,0	5	62,5	1	25,0	8	40,0
Razoável	4	50,0	3	37,5	1	25,0	8	40,0
Medíocre	2	25,0	0	0,0	2	50,0	4	20,0
Mau	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

A categoria rios destaca-se pela maior proporção, e número absoluto, de massas de água em incumprimento, com quatro massas de água com potencial ecológico de “Razoável” (50,0%) e duas com um potencial ecológico de “Medíocre” (25,0%). Seguem-se as massas de água de transição com 75% de massas de água em incumprimento, das quais metade apresenta um potencial de “Medíocre”.

Gráfico 7.5.2 – Potencial Ecológico das Massas de Água. Percentagem de massas de água por classe de qualidade



Em suma, para a região hidrográfica, a perspetiva de cumprimento dos objetivos da DQA para 2015 (atingir pelo menos o “Bom” potencial ecológico), não é favorável. Mais uma vez os elementos biológicos são decisivos na classificação final das massas de água, verificando-se contudo casos em que os elementos físico-químicos gerais (oxigénio dissolvido) ditaram essa mesma classificação.

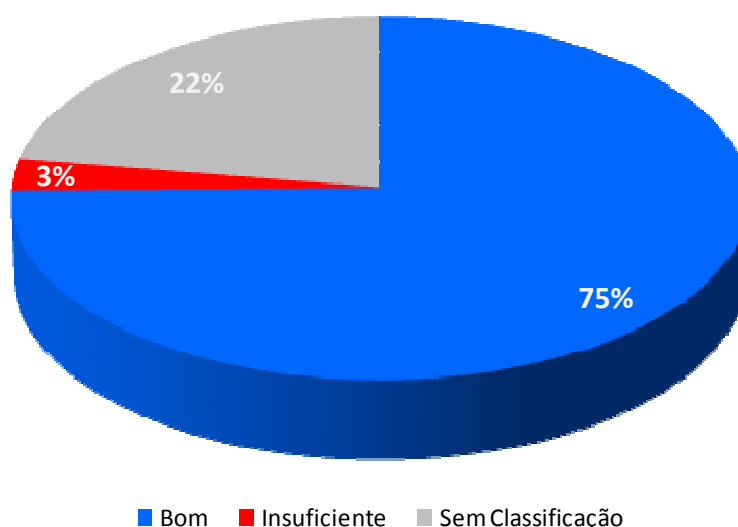
Do ponto de vista do **estado químico** o panorama geral é favorável, com 76 % das massas de água em cumprimento (Quadro 7.5.3).

Quadro 7.5.3 - Classificação do estado químico para as massas de água de superfície

Classe de Qualidade	Rios		Albufeiras		Águas de Transição		Águas Costeiras		Total	
	N.º	%	N.º	%	N.º	%	N.º	%	N.º	%
Bom	151	76	6	75	7	70	2	40	166	97
Insuficiente	0	0	0	0	3	30	3	60	6	3
Sem Classificação	48	24	2	25	0	0	0	0	50	22

As massas de água rios e albufeiras avaliadas apresentaram todas um “Bom” estado químico, enquanto que para as águas costeiras o cenário é diferente, com estado “Insuficiente” para 60% das massas de água (três massas de água). Os incumprimentos verificados para as massas de água de transição e costeira devem-se aos valores de Nonilfenol e Tetracloroetileno verificados para estas massas de água.

**Gráfico 7.5.3 - Estado Químico das Massas de Água. Percentagem de massas de água por classe de qualidade**



No cômputo geral, verificou-se que a grande maioria das massas de água que cumprem os objetivos ambientais da DQA apresentam um “Bom” estado, sendo que apenas cinco massas de água apresentam um estado “Excelente”.

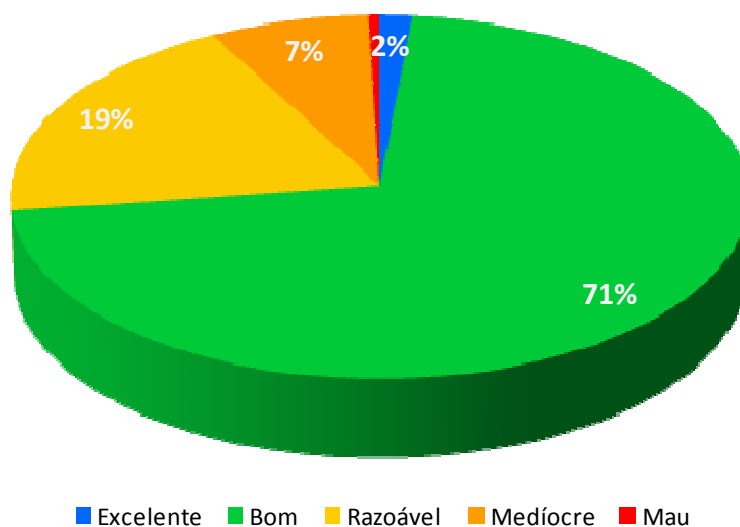
**Quadro 7.5.4 – Classificação do estado final**

Classe de Qualidade	Rios		Águas de Transição		Águas Costeiras		Total	
	N.º	km	N.º	ha	N.º	ha	N.º	%
Excelente	2	25	0	0	1	3030	3	1,5
Bom	141	1662	2	1990	1	6209	144	71,3
Razoável	35	749	1	897	3	61496	39	19,3
Medíocre	12	420	3	2422	0	0	15	7,4
Mau	1	122	0	0	0	0	1	0,5

No que se refere às massas de água em incumprimento, a maioria apresenta uma classificação de “Razoável”, sendo que, na maioria dos casos, a classificação atribuída depende de um só parâmetro de avaliação. De referir, contudo, que para as águas de transição a classificação mais frequente foi a de “Medíocre” (50% das massas de água).

As massas de água mais degradadas encontram-se maioritariamente associadas a um aumento de densidade populacional e às áreas de maior ocupação urbana, sendo o estado final, das massas de água de superfície classificadas como igual ou inferior a “razoável”, maioritariamente determinados pelos elementos biológicos.

Gráfico 7.5.4 – Estado das Massas de Água. Percentagem de massas de água por classe de qualidade



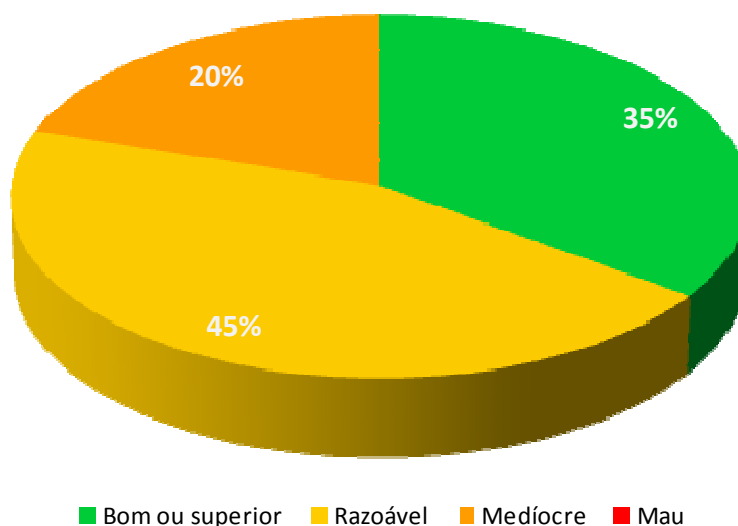
Quadro 7.5.5 – Classificação do potencial das massas de água

Classe de Qualidade	Rios		Albufeiras		Águas de Transição		Total	
	N	km	N	ha	N	ha	N	%
Bom ou superior	2	29	5	566	0	0	7	35
Razoável	4	73	3	2019	2	7133	9	45
Medíocre	2	40	0	0	2	532	4	20
Mau	0	0	0	0	0	0	0	0

No que se refere às massas de água fortemente modificadas e artificiais, a análise do quadro anterior permite verificar a predominância de massas de água em incumprimento, quer a nível do número quer a nível da extensão ou área na rede hidrográfica.



Gráfico 7.5.5 – Potencial das Massas de Água Fortemente Modificadas e Artificiais. Percentagem de massas de água por classe de qualidade.



A classificação do estado químico e a avaliação do estado ecológico com base nos poluentes específicos é difícil e muitas vezes inconclusiva, devido a ausência de informação para a maioria das substâncias listadas, e uma inconsistência temporal e espacial das amostragens efetuadas. É ainda de referir que, os limites de deteção para algumas substâncias são superiores às NQA-MA definidas, o que inviabiliza uma avaliação coerente.

Em suma, para as águas interiores o incumprimento dos objetivos ambientais para o estado ecológico deve-se aos valores apresentados para os invertebrados bentónicos e o  $\text{CBO}_5$ , embora os incumprimentos também sejam muitas vezes associadas ao fitobentos. Os incumprimentos no estado ecológico das águas costeiras e salobras encontra-se relacionada com os valores para o índice dos invertebrados bentónicos (P-BAT) e fitoplâncton, enquanto que o estado químico "insuficiente" surge com o incumprimento da NQA-MA para o Nonilfenol e Tetracloroetileno.

### 7.5.2. Avaliação do estado das massas de água subterrâneas

Comparando a disponibilidade hídrica média anual com as extrações para um mesmo período de tempo e analisando as tendências de evolução do nível piezométrico nos últimos quatro anos, pode concluir-se que das 20 massas de água subterrâneas analisadas no âmbito do PGBH do Vouga, Mondego e Lis, apenas uma se encontram em estado quantitativo medíocre. Este resultado indica que na grande maioria das massas de água subterrâneas da área em análise, as extrações não atingem 90% do valor de recarga natural.

A massa de águas subterrâneas cujo estado quantitativo é classificado como medíocre é o Cretácico de Aveiro. Nesta massa de águas subterrâneas, o volume de extrações é claramente superior ao valor de recarga. Acresce ainda que nesta massa de água, a área de recarga é muito reduzida e o seu confinamento em dois terços da sua extensão, limita a entrada da recarga atual e a renovação dos recursos disponíveis.

Comparando os valores médios obtidos para o índice de suscetibilidade (vulnerabilidade à contaminação), quantificação das pressões difusas na área de recarga da massa de águas subterrâneas e ainda valores de mediana e média calculadas para os diferentes parâmetros na massa de águas subterrâneas, com os valores de concentração natural, as normas de qualidade e os limiares definidos para os poluentes, grupos de poluentes e indicadores de poluição, podemos concluir que 18 das 20 massas de água analisadas (Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Vouga, o Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Mondego, Luso, Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Mondego, Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Lis, Cársico da Bairrada, Ançã – Cantanhede, Verride, Tentúgal, Aluviões do Mondego, Figueira da Foz – Gesteira, Leirosa - Monte Real, Vieira de Leiria - Marinha Grande, Louriçal, Viso – Queridas, Condeixa – Alfarelos, Cretácico de Aveiro e Pousos-Caranguejeira) encontram-se em bom estado químico. Isto traduz-se no facto de que a composição química desses meios hídricos subterrâneos é tal que as concentrações de poluentes:

- a) não apresentam efeitos significativos de intrusões salinas ou outras;
- b) cumprem as normas de qualidade ambiental que forem fixadas em legislação específica;
- c) não impedem que sejam alcançados os objetivos ambientais específicos estabelecidos para as águas superficiais associadas nem reduzam significativamente a qualidade química ou ecológica dessas massas;

As massas de água subterrâneas Orla Ocidental Indiferenciado da Bacia do Vouga, e Quaternário de Aveiro encontram-se em estado químico medíocre, de acordo com os mesmos critérios de classificação.

Em ambas estas massas de água subterrâneas a classificação do estado químico como medíocre (e expressos nos resultados dos programas de monitorização), deve-se em primeiro lugar às condições hidrogeológicas das massas de água que confirmam aquíferos vulneráveis (Índice de Suscetibilidade médio a alto), do tipo livre, com recarga direta por infiltração da água da chuva em toda a sua área e constituído por formações de elevada permeabilidade. Outra das razões relaciona-se com a existência de pressões difusas na área da massa de águas subterrâneas, nomeadamente, agricultura de subsistência.